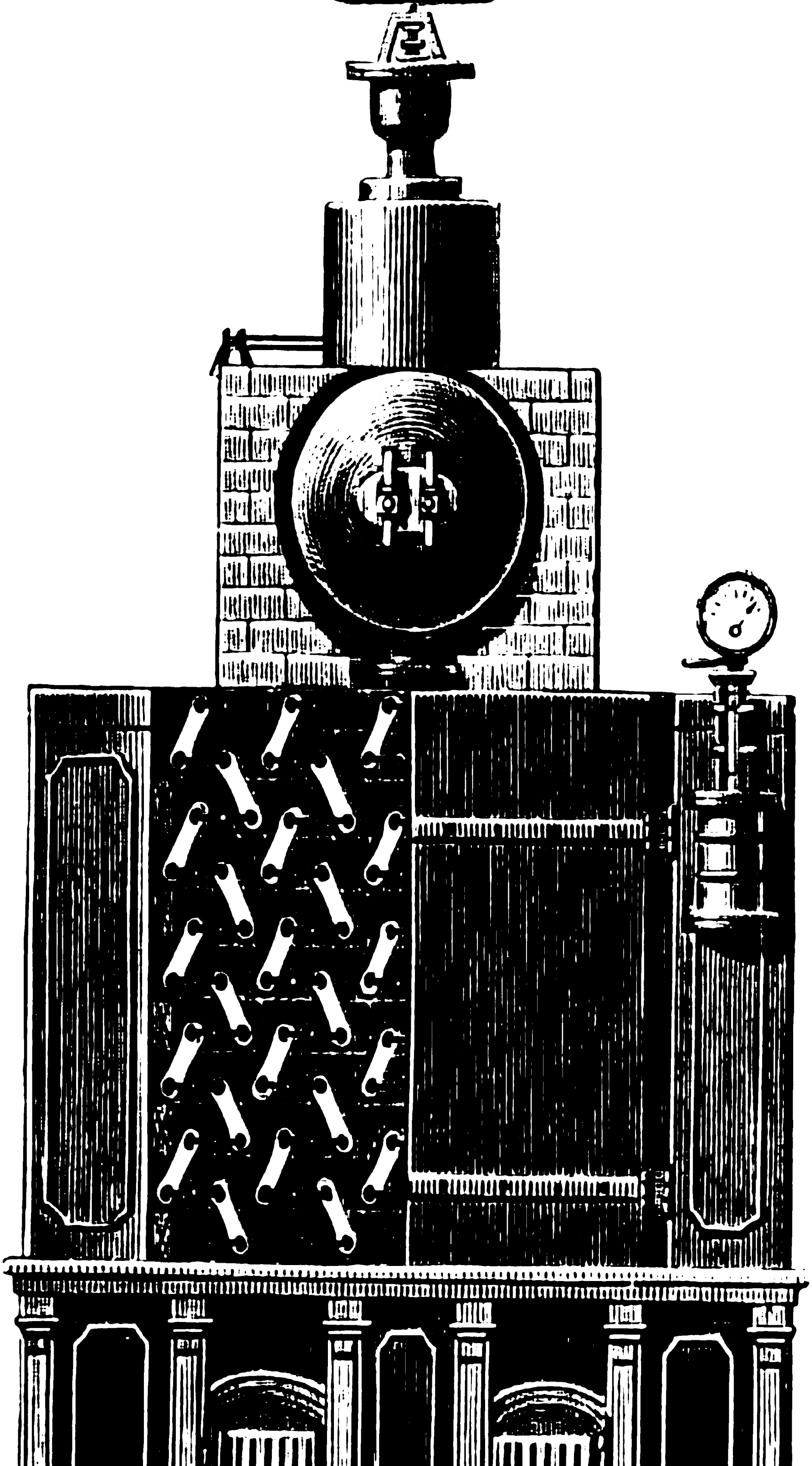


Bericht über die Internationale Elektrische Ausstellung Wien 1883

Franz Klein, Niederösterreichischer Gewerbe-Verein

BERICHT

ÜBER DIE

INTERNATIONALE

ELEKTRISCHE AUSSTELLUNG

WIEN 1883

UNTER MITWIRKUNG HERVORRAGENDER FACHMÄNNER

HERAUSGEGEBEN VOM

NIEDERÖSTERREICHISCHEN GEWERBE-VEREINE

REDACTEUR

DIPL. ING FRANZ KLEIN.

MIT 345 ILLUSTRATIONEN IM TEXTE.

WIEN

VERLAG VON L. W. SEIDEL & SOHN

1885.

BERICHT

ÜBER DIE

INTERNATIONALE

ELEKTRISCHE AUSSTELLUNG

WIEN 1883

UNTER MITWIRKUNG HERVORRAGENDER FACHMÄNNER

HERAUSGEGEBEN VOM

NIEDERÖSTERREICHISCHEN GEWERBE-VEREINE

REDACTEUR

Dipl. Ing FRANZ KLEIN

MIT 348 ILLUSTRATIONEN IM TEXTE.

WIEN

VERLAG VON L. W. SEIDEL & SOHN

1885.

Die grossen und raschen Erfolge, welche wir gerade in den letzten Jahren auf dem Gebiete der Elektrotechnik zu verzeichnen hatten, waren für die Abtheilung für Chemie und Physik im niederösterreichischen Gewerbevereine bestimmend, bereits zu Ende des Jahres 1882 ein Comité mit der Aufgabe zu betrauen, den einschlägigen Fragen seine stete Aufmerksamkeit zuzuwenden, insbesondere aber die Mittel und Wege in Vorschlag zu bringen, welche geeignet wären, einerseits das Verständnis für die Elektricität und ihre Bedeutung für das praktische Leben zu wecken, dieselbe aber auch andererseits für Gewerbe und Industrie dienstbar zu machen. Diesem elektrotechnischen Comité gehörten an die Herren: Wilhelm Kraft, kaiserl. Rath und Mechaniker als Obmann, Michael Matscheko, Chemiker und Reichsraths-Abgeordneter als Obmann-Stellvertreter, Franz Klein, diplom. Ingenieur als Schriftführer und Referent, ferner: Louis Edgar Andés, Fabrikant, Richard Andreæ, Ingenieur, Friedrich Breyer, Ingenieur, Robert Gwinner, Ingenieur und Maschinenfabrikant, Johann Kremenezky, Elektrotechniker und Fabrikant, Franz Křižik, Elektrotechniker und Fabrikant, und Mathias Wagner, Optiker.

Gerade die elektrische Ausstellung des Jahres 1883 schien uns den willkommenen Anlass zu bieten, wenigstens nach einer Richtung der uns gewordenen Aufgabe zu entsprechen. Ein in gemeinverständlicher Weise abgefasster und vom Niederösterreichischen Gewerbevereine herauszugebender Bericht sollte die Resultate derselben dem grossen Kreise der Industriellen und Gewerbetreibenden vermitteln. — Ein diesfalls gemachter Vorschlag fand auch seitens des Verwaltungsrathes sympathische Aufnahme und ungetheilte Zustimmung, so dass wir unverweilt an die Organisation

des geplanten Unternehmens schreiten konnten, dessen Durchführung mir übertragen wurde.

Wohl bestand ursprünglich die Absicht, noch während der Ausstellung mit wenigstens einem Theile des Berichtes auf dem Büchermarkte zu erscheinen. Mancherlei Umstände haben jedoch die Ausführung gerade dieses Vorhabens vereitelt, trotzdem noch im Juli 1883 eine Reihe opferfreudiger Fachmänner für die Berichterstattung gewonnen wurde. Es waren dies die Herren: Robert Gwinner, Ingenieur, W. Ph. Hauck, Elektrotechniker, Max Jüllig, diplom. Ingenieur, Josef Kareis, k. k. Telegraphen-Commissär, Joh. Kautsky, Hoftheater-Maler, Franz Klein, diplom. Ingenieur, Friedrich König, Ingenieur, Johann Kremenezky, Elektrotechniker, Franz Křižik, Elektrotechniker, Josef Leiter, Fabrikant chirurg. Instrumente, Moriz Ritt. v. Pichler, Civil-Ingenieur, Dr. Joh. Puluj, Universitäts-Docent, Richard Reuter, Elektrochemiker und Franz Roth, Architekt.

Wenn dieselben auch die Absicht kundgegeben hatten, ihre Referate noch während der Ausstellung selbst zu liefern, so waren Viele derselben deshalb nicht in der Lage das gegebene Versprechen einzulösen, weil sie theils als Aussteller, theils als Mitglieder der technisch-wissenschaftlichen Prüfungs-Commission oder in sonst einer officiellen Mission fungirten und deshalb in Erfüllung der ihnen hiedurch erwachsenen Verpflichtungen die nöthige Zeit und Musse zur Abfassung des Berichtes nicht gewinnen konnten.

Zum lebhaftesten Bedauern des elektrotechnischen Comités waren aber auch nach Schluss der Ausstellung einzelne der Genannten noch verhindert, die diesfalls übernommenen Referate zu erstatten, so dass — trotzdem eine grössere Anzahl von Specialberichten bereits vorgelegen hatte — aller Wahrscheinlichkeit nach der Gesammtbericht nicht zu Stande gekommen wäre, wenn ich es unversucht gelassen hätte, selbst noch in letzter Stunde an die Opferfreudigkeit anderer Fachmänner zu appelliren.

Zunächst war es Herr Regierungsrath Prof. Dr. F. J. Pisko, der sich im December 1883 in der liebenswürdigsten Weise bereit erklärte, den Specialbericht über Telephonie zu liefern; desgleichen Herr diplom. Ingenieur Franz Kapaun, der als Beamter des Wiener Stadtbauamtes im Auftrage desselben die elektrischen Uhren auf der Ausstellung studirte und diesfalls ein sehr umfassendes, für den Gemeinderath bestimmtes Referat erstattet hatte. Die Bereitwilligkeit, mit welcher Herr Baudirector Franz Berger die Benützung desselben für Zwecke des vorliegenden Werkes gestattete, verpflichtet mich zu dem lebhaftesten Danke. Herr Hans Pitsch, Assistent am Wiener Polytechnikum, war noch im März 1884 für die Berichterstattung über elektrische Messinstrumente zu gewinnen, und Herr Dr. A. R. v. Urbanitzky

noch viel später für jene über das elektrische Licht; ebenso übernahm Herr Ingenieur Josef Kolbe neben dem bereits abgelieferten Referate über elektrische Maschinen auch jenes über elektrische Kraftübertragung.

Es ist wohl nur ein Act schuldiger Dankespflicht, wenn ich unter Hervorhebung dieses Umstandes ganz besonders darauf hinweise, dass gerade den soeben genannten Herren Berichterstattern die Finalisirung des Berichtes zu danken ist.

Leider ist aber doch eine bedauerliche Lücke zu verzeichnen; denn wenn es auch gelungen ist, für die Bearbeitung eines, durch den Rücktritt des Herrn diplom. Ingenieur Jüllig erledigten Referates nachträglich einen anderen Fachmann zu gewinnen, so war dieser trotz wiederholter Aufforderung zur Ablieferung des Manuscriptes nicht zu bestimmen.

Mein Bestreben, diese Lücke noch im letzten Momente auszufüllen, ist wohl mit die Ursache, dass die Schlusslieferung erst jetzt zur Ausgabe gelangt, ohne dass meine diesfälligen Bemühungen von irgend welchem Erfolge begleitet gewesen wären. Für die besondere Unterstützung, welche mir auch hiebei zu Theil geworden, halte ich mich ganz besonders verpflichtet, dem geschätzten Obmanne des elektrotechnischen Comités, Herrn kaiserl. Rath Wilh. Kraft, als auch dem sehr geehrten Vereins-Präsidium, namentlich aber Sr. Excellenz dem Herrn Präsidenten Dr. Anton Banhans an dieser Stelle bestens zu danken.

Die Rücksicht auf die seit langem eingelieferten Referate der übrigen Herren Mitarbeiter einerseits, sowie auch die Rücksicht auf den Abonnentenkreis des Berichtes und den Herrn Verleger andererseits drängten jedoch zum formellen Abschlusse des Werkes, in dem jetzt freilich das so wichtige Capitel der Eisenbahneinrichtungen, welches gerade in so vorzüglicher Weise auf der Ausstellung vertreten war, keinerlei Aufnahme finden konnte. Diese Lücke wird jedoch von Denjenigen, welche sich hiefür speciell interessiren, deshalb weniger empfunden werden, weil in dem „Organ für Eisenbahnwesen“ (1884), als auch in der „Zeitschrift für Elektrotechnik, herausgegeben vom elektrotechnischen Verein in Wien“ (1885) diesen Gegenstand erschöpfend behandelnde Referate hervorragender Fachmänner enthalten sind.

Der bedauerlichen Thatsache — des Mangels eines wichtigen Specialberichtes und der Ursache dieses Mangels — an dieser Stelle besonders Erwähnung zu thun, war mir Bedürfnis; ich konnte dies schon aus Rücksicht auf diejenigen der geehrten Herren Mitarbeiter nicht unterlassen, welche gleich vom Beginne an durch opferfreudige und selbstlose Hingabe unser gemeinsames Werk gefördert haben. Herzenspflicht ist es mir aber sämmtlichen Herren Berichterstattern für die grosse Bereitwilligkeit zu danken, mit welcher

sie Alle insgesammt meinen besonderen Wünschen entsprochen haben und mich so in der Erfüllung der mir übertragenen Aufgabe in der collegialsten Weise unterstützten.

Vor Allem gebührt aber dieser Dank denjenigen Herren Ausstellern oder deren Vertretern, welche ebenso durch Ertheilung von Auskünften als auch durch Ueberlassung von Clichés zur Reichhaltigkeit des Berichtes am meisten beigetragen haben. Wenn ich dieselben an dieser Stelle nicht Alle namentlich anführe, so mag dies durch meine Befürchtung entschuldigt werden, ich könnte einen oder den anderen von ihnen übergehen. eine Gefahr, die bei der grossen Zahl derselben nicht ausgeschlossen ist.

Ein schönes und erhabenes Schauspiel war es, das sie uns durch Exponirung ihrer durch den elektrischen Strom belebten Erzeugnisse Wochen hindurch in der Rotunde geboten. Es galt, um mit den Worten des durchlauchtigsten Protectors der Ausstellung zu sprechen, „der Verwerthung einer mächtigen Naturkraft durch wissenschaftliche Arbeit und der Ausnützung derselben für das tägliche Leben neue Bahnen zu brechen", es war ein Werk, „das seine Entstehung allein dem opferfreudigen Patriotismus einer Anzahl von Männern verdankt".

Der gleichen Opferfreudigkeit ist auch dieser Bericht entsprungen; der Verwaltungsrath des niederösterreichischen Gewerbevereines hat die Förderung dieses Unternehmens in munificenter Weise beschlossen, das nunmehr, seitens des Herrn Verlegers in würdigster Weise ausgestattet, als Ganzes vor die Oeffentlichkeit tritt. Möge dasselbe die gleich wohlwollende Aufnahme finden, welcher sich die einzelnen Lieferungen dieses Berichtes ausnahmslos zu erfreuen hatten. Dies wäre der schönste Lohn, der mir für die viele Mühe und Arbeit zu Theil werden könnte. welcher ich mich in Erfüllung der mir durch Uebernahme meines Ehrenamtes erwachsenen Verpflichtungen unterzogen hatte.

Wien, 20. Juli 1885.

F. Klein.

DIE

GENERATOREN

UND

MOTOREN

VON

MORIZ R. v. PICHLER
CIVIL-INGENIEUR.

Noch ist es nicht gelungen, im Kampfe mit den Kräften der Natur uns diese in allen ihren Formen zu unterordnen, ja nicht einmal die gewöhnlich von uns beherrschten Kräfte vermögen wir direct und zu allen Zeiten uns dienstbar zu machen. — Ein ruhig dahin fliessender Bach, dessen natürliches Gefälle beispielsweise hinreicht, eine Mühle zu treiben oder sonst einem industriellen Zwecke zu dienen, kann in Folge eines Gewitterregens in kürzester Zeit schon zu einem reissenden Strome anschwellen, dessen schwarze Fluthen Alles, was sie in ihrem Laufe behindern könnte, mit sich fortreissen; auch die in friedlichen Tagen von ihm belebten Werke bleiben nicht verschont. — Wollen wir solchem Unheil für die Zukunft vorbeugen, oder doch wenigstens die Grösse des Unglückes mildern, so müssen wir durch künstliche Mittel und Schutzvorrichtungen überhaupt für einen geregelten Lauf des Wassers Sorge zu tragen uns bemühen. Auf diese Weise kann es uns auch gelingen, die durch das natürliche Wassergefälle in Fülle gebotene Arbeitskraft unter allen Verhältnissen nutzbringend zu verwerthen. — Nur zu häufig müssen wir also die Rolle des Angreifenden mit jener des Vertheidigers verwechseln, um auf Umwegen die uns zur Verfügung stehenden Kräfte, oder richtiger gesagt, die uns eben zugänglichen Arbeitsformen, falls wir sie in anderer Gestaltung benöthigen, in die gewünschte Form umzuwandeln.

Man sollte meinen, dass in dem Falle, als die eine oder die andere Arbeitsform in der Natur in besonders reichlichem Masse vorkommt, es ein Leichtes sein müsste, einen, wenn auch nur kleinen Theil uns zu Nutze zu machen. Und was finden wir? — Dort, wo die Natur in ihren Kraftäusserungen am stärksten ist, wo sie die höchsten Potenzen der Arbeit äussert, dort weist sie mit souveräner Majestät den An- und Eingriff des ihrem Geschlechte entstammenden, von ihrem Geiste beseelten, mit Theilen ihrer Kraft begabten Menschenkindes ab, und zwingt dieses, unsagbar grosse materielle und geistige Arbeit aufzuwenden, um sich vor ihr zu schützen.

Eine dieser Arbeitsformen ist die Elektricität; sie kommt in der Natur ungemein häufig vor — von ganz schwachen Aeusserungen bis zu den denkbar grössten wechselnd — und doch ist sie nicht direct zu unseren Diensten. In kleiner Quantität gelangen wir sehr leicht zu ihrer Form, sei es durch Aufwand chemischer Arbeit in der Batterie, oder durch Verrichtung von mechanischer Arbeit, wie z. B.

an der Kurbel der Elektrisirmaschine, oder auf andere mehr oder weniger directe Weise. Anders freilich gestaltet sich die Sache, wenn es sich darum handelt, grosse Mengen von Elektricität zu erzeugen, also grosse Quantität der elektrischen Arbeit zu unserer Verfügung zu haben. Da sind wir heute noch auf einen bedeutenden Umweg angewiesen und müssen eine Reihe von Arbeits-Transformationen vornehmen, ehe wir zur elektrischen Form gelangen.

Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass in einem Berichte über eine elektrische Ausstellung die ursprünglichste Arbeitsform der Natur und ihre Umwandlung in mechanische Arbeit, obwohl strenge genommen der Elektricität selbst ganz ferne stehend, doch eingehendste Beachtung verdient. Ja mehr als das; bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft liegt die ökonomische, also die praktische Lösung der elektrischen Frage, sei es zu Zwecken der Beleuchtung, Kraftübertragung etc. etc. hauptsächlich in der rationellen Erzeugung mechanischer Arbeit. Ob es je gelingen wird, diesen Umweg der Arbeits-Transformation abzukürzen, lässt sich heute nicht entscheiden; aber der Vermuthung mag hier Raum gegeben werden, dass in der directen Umsetzung calorischer in elektrische Arbeit die Lösung dieser weittragenden Frage zu suchen sei. Aus diesem Grunde muss es auch bedauert werden, dass speciell auf dem Gebiete der Thermo-Elektricität die Ausstellung nur Weniges geboten hatte und demgemäss auch zur Erweiterung unseres Wissens in diesem Specialzweige nicht besonders beizutragen vermochte.

Ich muss somit in der angedeuteten Lage der Dinge die Rechtfertigung finden, die Generatoren und Motoren hier einer eingehenden Besprechung zu unterziehen. Freilich geht der allgemeine Wunsch dahin, dass es thunlichst bald gelingen möge, die calorische Arbeit direct in die elektrische Form umzuwandeln. Heute müssen wir uns den grossen Umweg eben gefallen lassen und nur darauf bedacht sein, dass von der disponiblen ursprünglichen Arbeit durch die vielfache Umwandlung und Uebertragung uns möglichst viel für unsere praktischen Zwecke erhalten bleibe.

Die zugänglichste und in allen Zweigen in praktischer Richtung am meisten entwickelte Arbeitsform bietet sich uns theils in den natürlichen Wasserläufen, theils in den Brennmaterialien; bei den ersteren wirkt das Gefälle des Wassers, also die mechanische Arbeit, bei den letzteren, den Accumulatoren im wahren Sinne des Wortes, wirkt die bei der Verbrennung am Roste frei werdende Wärme, also die calorische Arbeit.

Es ist hinlänglich bekannt, welche Umwandlungen die calorische Arbeit erfährt, und welche Widerstände sie zu besiegen hat, wenn sie aus der verbrennenden Kohle, von den Verbrennungsgasen getragen, durch die Bleche der Kessel sich dem Wasser derselben überträgt und dieses zu gespanntem Dampf verwandelt. Erst dieser bildet auf der Stufenleiter der Transformation der Arbeitsform ein Analogon zum fliessenden Wasser und ist direct verwendbar mechanische Arbeit zu verrichten. Weil also die auf solchem Umwege gestaltete Arbeitsform so vielfachen Angriffen und Abschwächungen ausgesetzt ist, so sollte man vermuthen, dass man sie schon von ihrem Entstehen an, fast möchte ich sagen, wie ein schwaches Kind hegen und pflegen gelernt habe und doch — ich meine dies ganz allgemein — begegnet man so häufig in den einzelnen Phasen der Entwicklung

dieser Arbeitsform der abscheulichsten Verwahrlosung der Anlagen, insbesondere aber einer rücksichtslosen Verschwendung des Brennmateriales. Solche Vorkommnisse lassen sich eben nur durch den Mangel des Verständnisses für den Werth des Besitzes erklären.

Diese mechanische Arbeit wurde auf der Ausstellung grösstentheils durch Dampfmaschinen geleistet, welche den einzelnen Ausstellungsgruppen in der Maschinengalerie zugewiesen waren; in einzelnen Fällen erfolgte aber die Arbeitsleistung durch Maschinen, welche nur Eine elektrische Maschine entweder direct oder mittels Transmissionsantriebes bedienten. Nebst den eigentlichen Dampfmotoren versahen Gas- und sogenannte Luftmaschinen einen kleineren Theil der Ausstellungsobjecte mit mechanischer Arbeit.

Zu diesem Zwecke waren in Thätigkeit:

22	stabile Dampfmaschinen mit nom.	1130	Pferdekräften,
7	Halblocomobile mit nom.	220	„
10	Locomobile mit nom.	100	„
5	radiale mehrcylindrige Motoren mit nom. .	50	„
7	rotirende Motoren mit nom.	50	„
3	diverse Systeme mit nom.	25	„
2	Luftmaschinen und 9 Gasmotoren, zusammen mit nom.	90	„

Es standen somit für Zwecke der elektrischen Ausstellung im Ganzen circa 1660 Pferdekräfte motorischer Arbeit zur Verfügung, von welcher ungefähr die Hälfte thatsächlich consumirt wurde.

Der zum Betriebe der Dampfmotoren erforderliche Dampf wurde, mit einigen, ganz geringfügigen Ausnahmen, ausschliesslich in dem der Maschinengalerie angrenzenden Nordwesthofe der Ausstellung, dem Kesselhause, erzeugt.

Das Directions-Comité der elektrischen Ausstellung war bestrebt, hauptsächlich nur sogenannte inexplosible Dampfkessel zu verwenden, um auch in dieser Richtung dem Erfordernisse der Praxis zu entsprechen und zu zeigen, welche Kesselconstructionen sich in unmittelbarer Nähe stark frequentirter, geschlossener Räume mit Vortheil verwenden lassen, eine Bedingung, die in der Regel an die Installation elektrischer Beleuchtungsanlagen gestellt wird. Gelegentlich der Besprechung der einzelnen Kesseltypen wird es sich erweisen, inwieweit diese löbliche Absicht des Directions-Comités erreicht wurde.

I. Die Kohlenzufuhr.

Die Situation des Kesselhauses inmitten der Ausstellung erschwerte die Zufuhr der erforderlichen, sehr beträchtlichen Quantitäten von Kohle. Die einfachste Weise der directen Zufuhr, sei es per Achse oder per Bahn im Niveau, war wohl a priori ausgeschlossen; es blieb somit nur die Wahl, eine unterirdische oder aber eine hochgelegte Zufuhr des Brennmateriales zu insceniren. Das Directions-Comité entschied sich für die letztere Variante. Es wurde von der Leobers-

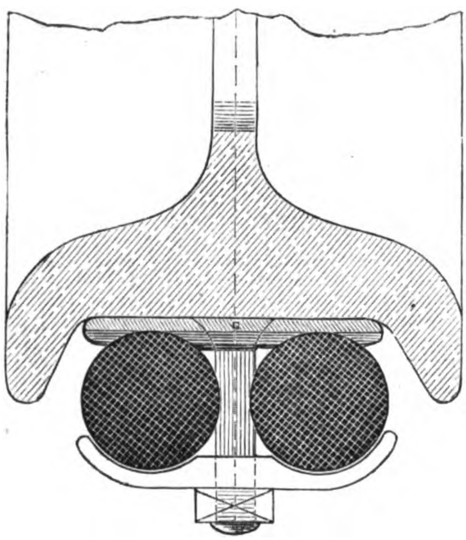


Fig. 1.

dorfer Maschinenfabrik eine Seilbahn mit elektrischem Antrieb zur Förderung der Kohlen vom Geleise der Donauuferbahn nächst dem Lagerhause über das Dach der Nordgalerie in das Kesselhaus erbaut.

Diese Seilbahn 170 *m* lang, mit einer Maximal-Steigung von 12·5% war einer im Allgemeinen seit geraumer Zeit bekannten Construction nachgebildet. Das Doppeltragseil (Fig. 1) von je 12·5 *mm* Durchmesser, trug als neues Detail einen Schienenbelag aus Stahl, auf welchem die für seitliche Entleerung eingerichteten 120 *kg* fassenden Fördergefässe von circa 100 *kg* Eigengewicht liefen. (Fig. 2 und 3.) Durch diese Anordnung wird das theure Seil vor Abnützung geschützt. An dem Zugseil von 8mm. Durchmesser, bestehend aus 6 Litzen von je 7 Drähten, waren in Abständen von circa 70 *m* Mitnehmer befestigt, welche die Fördergefässe transportirten, Beim Lagerhause befand sich der Laderaum für die Fördergefässe; diese wurden hier gehoben, von dem Zugseil über die Strasse

und das Dach der Nordgalerie zum 17·5 *m* hohen Plateau des Bremsthurmes gebracht, dort gesenkt, entleert, gehoben und zurücktransportirt. Die Fördergeschwindigkeit betrug im Maximum 1·2 *m* pro Secunde. Die Tragseile waren an ihren Enden mit Spannvorrichtungen (Fig. 4 und 5) in gewöhnlicher Weise versehen.

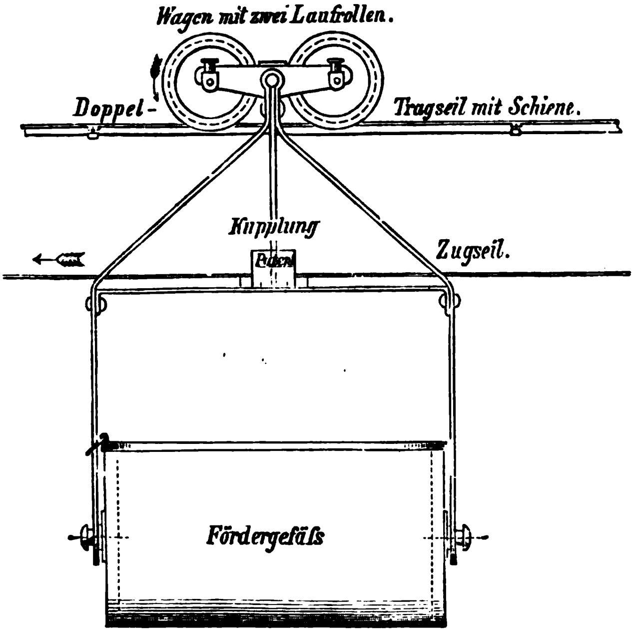


Fig. 2.

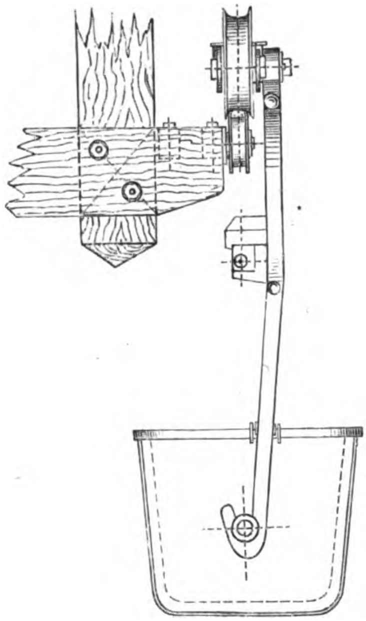


Fig. 3.

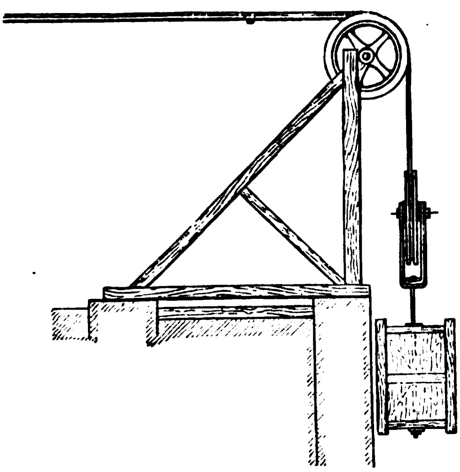


Fig. 4.

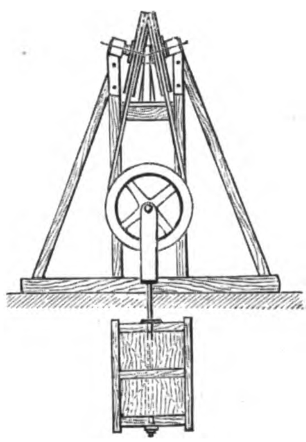


Fig. 5.

Die grösste Spannweite zwischen den gezimmerten Stützen (Fig. 6 und 7) betrug 100 *m*. Sämmtliche Seile rührten von der St. Egydier Eisen- und Stahlindustrie-Gesellschaft her. Der Antrieb dieser Seilbahn war elektrisch, mittels Kraftüber-

tragung durch eine Gramme'sche Dynamomaschine bewirkt. Die primäre Maschine wurde von einem kleinen halblocomobilen Motor angetrieben, während die secundäre im Bremsthurme untergebracht war.

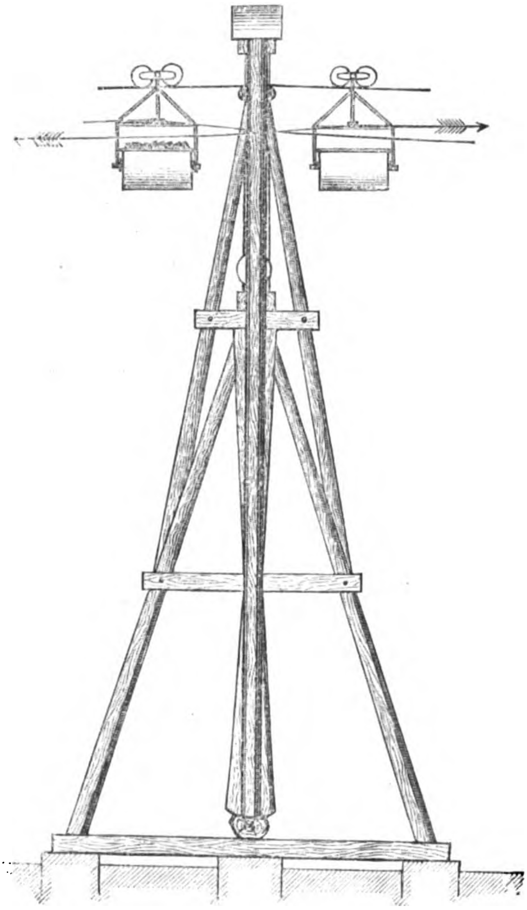


Fig. 6.

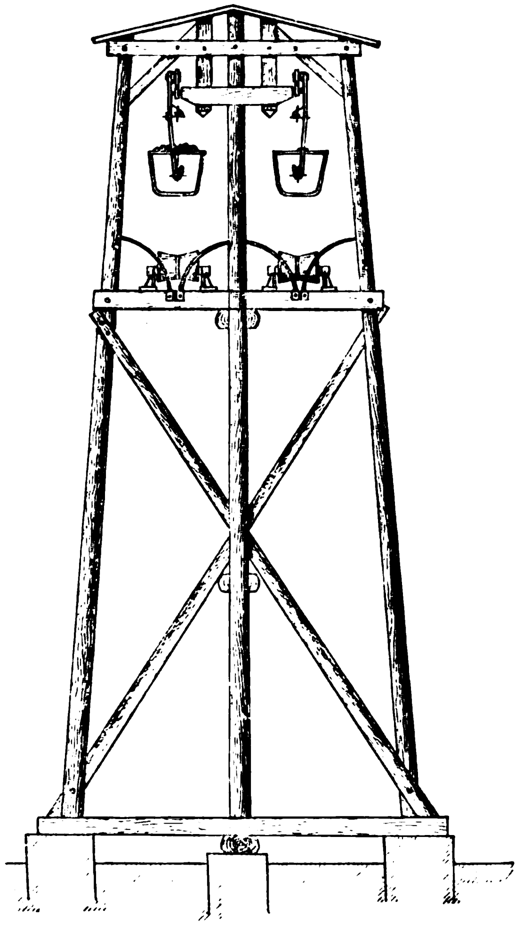


Fig. 7.

II. Die stabilen Generatoren.

Zu den eigentlichen Dampferzeugern übergehend muss erwähnt werden, dass im Ganzen 14 grosse stabile Kessel den erforderlichen Betriebsdampf lieferten, der zumeist in ziemlich langen Leitungen den Motoren zugeführt wurde. Die Dampfleitungen waren derart gelegt, dass Firmen, welche Kessel und Dampfmaschinen zur Ausstellung brachten, den nöthigen Dampf nur in ihren Generatoren erzeugten: es waren dies: Škoda; Brand & Lhuillier; Bolzano, Tedesco & Comp. und die erste Brünner Maschinenfabrik, während die übrigen Dampfmotoren, mit den in der Folge gegebenen Ausnahmen, den Dampf, je nach ihrer Lage, theils aus der Gruppe Huldschinsky und Plattner, theils aus der Gruppe von De Naeyer & Comp. bezogen.

Nahezu alle Firmen waren dem bereits erwähnten Wunsche des Directions-Comités gemäss, mit Röhrenkesseln erschienen. Vom fachlichen Standpunkte muss dies lebhaft bedauert werden; denn die sogenannte Explosionssicherheit eines Kessels oder vielmehr die Sicherheit, dass ein Kessel nicht explodire, oder noch richtiger, dass er, wenn er doch explodirt, nicht verheerend wirken könne, steht nach meiner Anschauung, weit hinter der ökonomischen Frage eines Kessels. Es ist dies nicht etwa dahin zu deuten, dass die Sicherheit eines Kessels nicht das Vornehmste und Wichtigste wäre. Ganz gewiss; das ist und bleibt sie: aber wir kennen auch allgemein das einzige, absolut radical wirkende Anti-Explosionsmittel: das ist eine rationelle Kesselconstruction von einem verständigen Heizer bedient, in Verbindung mit einer gewissenhaften, periodischen Inspection seitens vertrauenswürdiger Fachmänner. Zur Bekräftigung des Gesagten bedarf es nur eines Hinweises auf das glänzende Resultat der Manchester und anderer Kesseluntersuchungs-Gesellschaften. — Ich kann wohl voraussetzen, dass durch das „unexplodirbar“ etc., wie

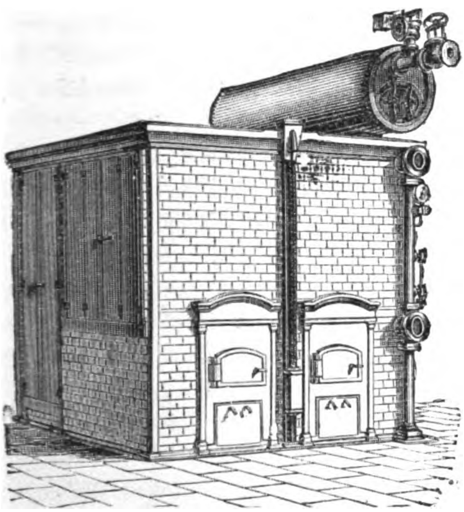


Fig. 8.

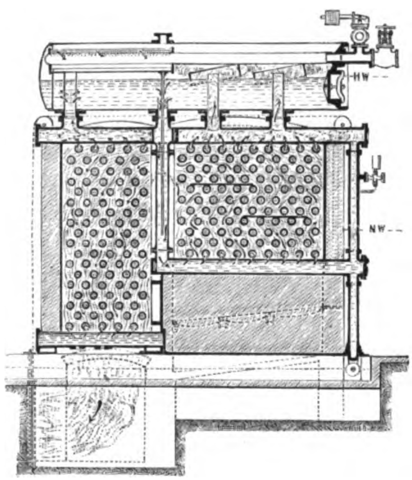


Fig. 9.

auch die Euphemismen alle heissen mögen, sich Niemand verleiten lassen werde, wenn es anders seine räumlichen Verhältnisse gestatten, dem Röhrenkessel von vornherein den Vorzug zu geben; denn damit würde er auf Kosten der Oekonomie des Dampfes eine solid entwickelte, innen und aussen zugängliche, mit genügendem Wasser- und Dampfraume versehene Kesselanlage opfern, und könnte diese nur durch eine gar nicht oder doch nur schwer zugängliche, in den meisten Fällen durch Flugasche sehr unwirksam gemachte, mit kleinem Wasserraume versehene Construction, die im günstigsten Falle ziemlich feuchten Dampf liefern wird, ersetzen. Und doch bieten die Röhrenkessel manche Vortheile, die ihre Anwendung sehr wünschenswerth, unter Umständen sogar erforderlich erscheinen lassen; denn abgesehen davon, dass Reparaturen in den meisten Fällen leicht und rasch ausführbar sind, concentriren sie in kleinen Räumen relativ grosse Heizflächen, welche in der Regel, dem Bedürfnisse entsprechend, leicht vergrössert oder verkleinert werden können.

1. Die einzelnen Kesseltypen.

In Folgendem schreite ich zur Besprechung der einzelnen Systeme; hiebei wird sich die Gelegenheit ergeben, deren Vorzüge und Nachtheile in entsprechender Weise hervorzuheben.

Zwei Stück sogenannte neue Sicherheitsröhrenkessel, Patent J. G. Schmid, waren von S. Huldschinsky & Söhne aus Gleiwitz in Oberschlesien ausgestellt. (Fig. 8.) Jeder dieser Kessel, sie waren vollkommen symmetrisch angeordnet, setzt sich, wie aus der umstehenden Skizze des Längenschnittes (Fig. 9) entnommen werden kann, aus 2 Partien horizontal übereinander und quergelegter Rohrreihen gleicher Länge zusammen, deren eine den sogenannten Vorderkessel bildet und unmittelbar über dem Doppelroste angeordnet ist, während die andere, der sogenannte Hinterkessel, von ersterer durch Mauerwerk getrennt ist. Die Heizgase steigen im Vorderkessel zwischen den Rohrreihen empor, streichen zum Hinterkessel und fallen, auch dessen Rohrreihen umspülend, zum Rauchkanal ab.

Der vordere Kessel setzt sich aus 11 Reihen von Rohren zusammen, deren jedes im Lichten 91 *mm*, aussen 100 *mm* misst und 2·63 *m* Länge besitzt. Der Hinterkessel setzt sich aus 18 Reihen von je 5 Rohren gleicher Dimension zusammen.

Die Rohre sind aus Schmiedeisen geschweisst und mittelst aufgeschraubter Rohr-Köpfe und Verbindungsbögen aus schmiedbarem Gusse derart vereint, dass jede Reihe an dem einen Ende mit der nächst tieferen, an ihrem anderen Ende mit ihrer nächst höheren Reihe — Rohr mit Rohr — verbunden ist.

In der untersten Reihe des Hinterkessels tritt das Speisewasser ein, passirt successive alle Reihen und tritt im höchsten Punkte durch einen Stutzen in einen über den Kessel gelegten cylindrischen geschweissten Sammler. Aus diesem Sammler fällt das ganze Wasser durch vertikale Rohre in einen circa in halber Kesselhöhe placirten horizontalen Stutzen, mit dem die unterste Reihe des Vorderkessels in Verbindung steht. Das durch den Hinterkessel bereits auf hohe Temperatur gebrachte Wasser circulirt nun durch die sämmtlichen Reihen des Vorderkessels und tritt als Dampf, gleichfalls durch einen Stutzen und einen Rohransatz, über das dort bestehende Wasserniveau, also in den Dampfraum des Sammlers. Eine über den Rohransatz gestülpte Blechkappe soll den Dampf vom mitgerissenen Wasser befreien und in Verbindung mit dem im Dampfraume liegenden, mit Oeffnungen versehenen Dampfentnahme-Rohr, in die Dampfleitung einen möglichst trockenen Dampf liefern. Dass alle Rohre horizontal liegen, erleichtert keineswegs das Aufsteigen der gebildeten Dampfbläschen. Die beiden vorerwähnten, ausserhalb des Kessels situirten Stutzen, im Sinne der Wassercirculation vor und hinter dem Kessel gelegen, stehen nebst der bereits besprochenen Verbindung durch die Rohrreihen, noch in directer Communication, so dass im Vorderkessel, bei ganz mit Wasser gefüllten Rohren (was bei normalem Betriebe der Fall sein wird) für eine gute Wassercirculation gesorgt ist.

Angeblich soll auch bei regelmässigem Betriebe der Dampf im Vorderkessel überhitzt werden können, wenn die oberen Rohrreihen nicht mit Wasser gefüllt sind, sondern die Rolle eines Ueberhitzers annehmen.

Mir macht diese, dem Belleville-System entlehnte Einrichtung den Eindruck, als ob durch dieselbe die allen Röhrenkesselsystemen anhaftenden Uebelstände entschuldigt werden sollten. Ich unterlasse es, detaillirt auf die Vor- und Nachtheile von Röhrenkesseln einzugehen, nachdem deren Kenntnis durch gediegene diesbezügliche Arbeiten bereits Gemeingut aller Kesselbenützer geworden ist. Hervorheben muss ich aber, dass sich dieses Kesselsystem, welches seit circa zwei Jahren gebaut wird, vor ähnlichen Röhrenkesseln dadurch vortheilhaft auszeichnet, dass wenigstens für den Hinterkessel das Gegenstromprincip vollkommen durchgeführt erscheint. Für die Reinigung — insoweit ein solcher Kessel sich nämlich reinigen lässt — sowohl von aussen als auch von innen, ist durch grosse Seitenthüren vorgesorgt.

Mit Rücksicht auf die Reinigung und Beaufsichtigung der vielen Rohrverbindungen ist es bei dem in Rede stehenden Kesselsysteme nothwendig, jeden Einzelkessel von beiden Seiten vollkommen zugänglich zu machen; ebenso ist es Bedingung, von einer Seite das Auswechseln defect gewordener Rohre zu ermöglichen. Dadurch ist aber die Verwendung in Gruppen zu mehr als 2 Kessel ausgeschlossen. Abgesehen von dem erforderlichen grösseren Raume im Kesselhause, wird, gegenüber der gewöhnlichen Einmauerung in geschlossenen Gruppen, die Wärmeausstrahlung des vollkommen isolirt stehenden Kessels wesentlich wachsen. Die Firma baut derartige Kessel in 14 Grössen von 16—180 m^2 Heizfläche. Das totale Gewicht des Kessels pro 1 m^2 Heizfläche schwankt zwischen 280 *kg* und 100 *kg*, je nachdem die Ausführung kleiner oder grösser ist. Der ausgestellte Kessel arbeitete mit einem für 4·5 m^3 Wasser pro Stunde geeigneten Wasserreinigungsapparate von Berenger und Stingl, ausgestellt von Brand & Lhuillier.

Ein anderes, der bekannten Belleville-Construction sehr verwandtes Röhrenkesselsystem war von Georg Plattner aus Hernals (Wien) ausgestellt. Trotz brieflicher Anfrage waren nähere Angaben über die Construction und Detaillösung dieses Kessels nicht zu erhalten.

Die Maschinenbauanstalt von E. Škoda in Pilsen exponirte einen Wasserrohr-Dampfkessel mit positiver Wassercirculation, für hohe Dampfspannung geeignet, nach Heine's Patent. Der cylindrische Hauptkessel von 1·2 *m* Diameter, 3·68 *m* Länge und 14 *mm* Wandstärke, aus Thomasflusseisen hergestellt, nach rückwärts um circa 4° geneigt, trug an seiner Bauchseite an jedem Ende mittelst Ueberganges einen Sack von 1·46 *m* Breite, 1·2 *m* Höhe und 0·25 *m* Tiefe. Die parallelen Wände eines jeden Sackes waren je mit 40 gelochten Stehbolzen versteift. Die beiden Säcke selbst waren durch 66 Wasserrohre von je 89 *mm* äusserem Durchmesser und 3·5 *mm* Wandstärke verbunden. Jedem Rohrende entsprach in der Stirnwand des Sackes eine Oeffnung, welche durch einen leicht lösbaren Doppelverschluss abgedichtet war. Der Oberkessel trug einen geräumigen Dom, aus dem die Dampfentnahme erfolgte. Im vorderen Theile des cylindrischen Kessels waren Deflectionsplatten angebracht, welche theils als Wasserabscheider, theils zur Führung der Wassercirculation, welche bei diesem Kessel jedenfalls eine sehr lebhafte sein wird, dienen sollten.

Die Einmauerung war derart durchgeführt, dass die für die Verbrennung erforderliche Luft in Canälen die Seitenmauer durchströmte, und vorgewärmt

wurde. Die Heizgase wurden vermittelst zwischen die Rohre gelegte, ziemlich complicirte Abscheidungen in der Weise geführt, dass sie über dem Roste nur die unterste Rohrreihe bespülten, so dann in circa $^2/_3$ Rohrlänge zwischen die Rohre aufstiegen, nach vorne zurückgeführt wurden, schliesslich durch und über die obersten Rohrreihen und längs des Bauches des cylindrischen Kessels, als dritten Zug nach hinten strichen, um im letzten Drittel der Rohrlänge, zwischen dem aus gusseisernen Elementen zusammengesetzten Abschlusse und der hinteren Tasche, nach dem tiefgelegten Rauchcanale abzufallen. Der Kessel bot eine Totalheizfläche von 60 m^2 und arbeitete mit 10 Atmosphären Betriebsdruck. Das Reinigen der Rohre von Flugasche war mittelst Dampfstrahles beabsichtigt, indem durch die 19 *mm* weiten Bohrungen der Stehbolzen ein Dampfrohr eingebracht werden konnte. Wer zur Zeit der Demontirung dieses Kessels die Ausstellung besuchte, hat sich zweifelsohne über den Werth dieser Reinigungsmethode kein günstiges Urtheil gebildet. Trotzdem die beiden Taschen durch die Rohre gut versteift sind und angeblich eine ungleiche oder nachtheilige Ausdehnung des Kessels in Folge der Wassercirculation ausgeschlossen ist, so fürchte ich doch, dass bei den verschiedenen Temperaturen, denen die einzelnen Theile der Säcke in den Zügen ausgesetzt sind, bei nicht sehr sorgfältiger Bedienung eine intensive Gefahr für die Dichtung der Rohre besteht. Auch vermuthe ich, dass der erzeugte Dampf, trotz der relativ grossen Wasserspiegelfläche, weil nur an einer einzigen Stelle concentrirt aufsteigend, ziemlich grossen Wassergehalt besitzen wird. Dieser Umstand mag wohl auch zur Anwendung der die Reinigung und Zugänglichkeit des cylindrischen Kessels durchaus nicht erleichternden Deflectionsplatten geführt haben.

Einen eigenthümlichen mit Tenbrink-Feuerung combinirten Röhrenkessel stellten Brand & Lhuillier aus Brünn aus. Dieser Kessel bestand im Wesen aus drei Theilen, dem cylindrischen Röhrenkessel von 1·6 *m* Diameter und 3·75 *m* Länge, dem cylindrischen horizontalen Oberkessel von 0·9 *m* Diameter und 3 *m* Länge, mit ersteren durch einen Rohrstutzen von 0·4 *m* im Lichten verbunden und dem Dampfsammler von 0·6 *m* Diameter und 2·8 *m* Länge; die extreme Höhe des Kessels betrug 6·22 *m*. — Der Röhrenkessel enthielt 36, im Lichten 46 *mm* messende Rauchrohre; dieselben waren so placirt, dass sie Raum für eine Tenbrink-Feuerbüchse von circa 0·8 *m* Diameter und einen daran gefügten verticalen, trichterförmigen Rauchsack, der als erster Zug dient, liessen. Die Feuergase, welche auf dem unter circa 45° geneigten Roste erzeugt werden, streichen durch den Trichter nach oben, umspülen zum Theile den Wasserraum des cylindrischen Oberkessels, fallen durch die Rauchrohre des Verticalkessels als zweiten Zug nach abwärts, kehren um, den Röhrenkessel von aussen umspülend, streichen um den hinteren Theil des cylindrischen Kessels und den Dampfsammler und entweichen am höchsten Punkte, circa 4 *m* über dem Boden, zur Esse. Am tiefsten Punkte des ganzen Kessels befindet sich eine Entleerungsvorrichtung, nahezu am höchsten die Dampfentnahme. Von dem ganzen Kessel ist nur der an und für sich wenig Zufälligkeiten ausgesetzte horizontale Oberkessel bequem zugänglich, während dem mit sehr complicirten Verbindungen versehene Röhrenkessel nur von aussen und da nicht besonders leicht beizukommen ist.

An dieser Stelle nehme ich Gelegenheit zu bemerken, dass ich für den praktischen Gebrauch, zumal für Gewerbetreibende, jedes complicirte Kesselsystem, zu dem auch dieses gezählt werden muss, gerne vermieden sehe. Der calorische Vortheil einer Feuerbüchse lässt sich, meiner Anschauung nach, für stationäre

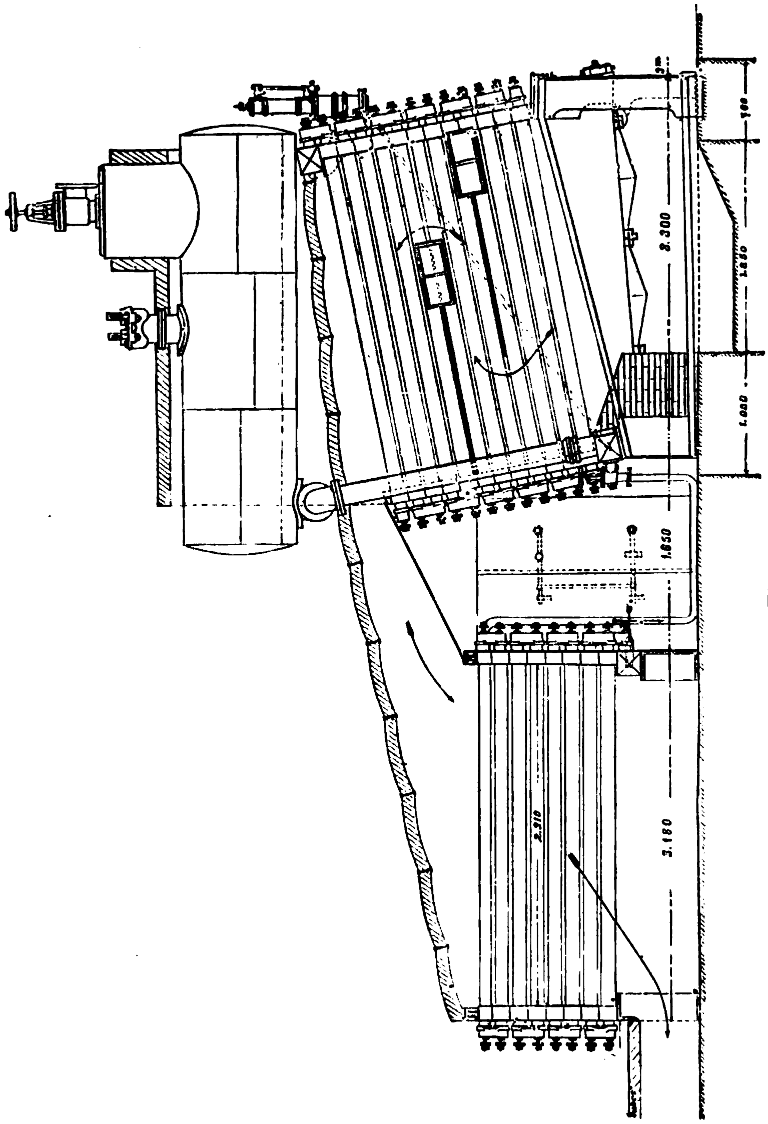


Fig. 10.

Anlagen auf einfachere und billigere Weise erreichen, als durch die möglichste Complication äusserst schwierig herzustellender, noch viel schwieriger zu reparirender Detailanordnungen. Ich spreche hier im Allgemeinen gegen die Mode, das ist

das Streben, der calorischen Ausnützung des Brennmaterials die Einfachheit der Construction zum Opfer zu bringen, selbst, wenn die Ausführung eine gute ist. — Ich zweifle nicht, dass der Kessel trockenen Dampf liefern und ökonomisch functioniren kann; was bei mir Bedenken erregt, das sind die voraussichtlich häufigen Reparaturen, und bestünden diese auch nur in der sonst so einfachen Operation des Auswechselns eines Rauchrohres.

Die Heizfläche dieses Kessels beträgt 51 m^2, die Rostfläche 0·9 m^2; derselbe war mit Schwartzkopff's elektrischem Speisewarner versehen. Ein Körting'scher Injector, der angeblich kaltes Wasser bis zu 7 *m* Höhe und Wasser von 60^0 Celsius bis zu 2 *m* Höhe saugen konnte, besorgte nebst einer rotirenden von Kessler aus Esslingen exponirten Speisepumpe, die Speisung. Ein Faller'scher Wassermesser, ausgestellt von Spanner, controlirte dieselbe.

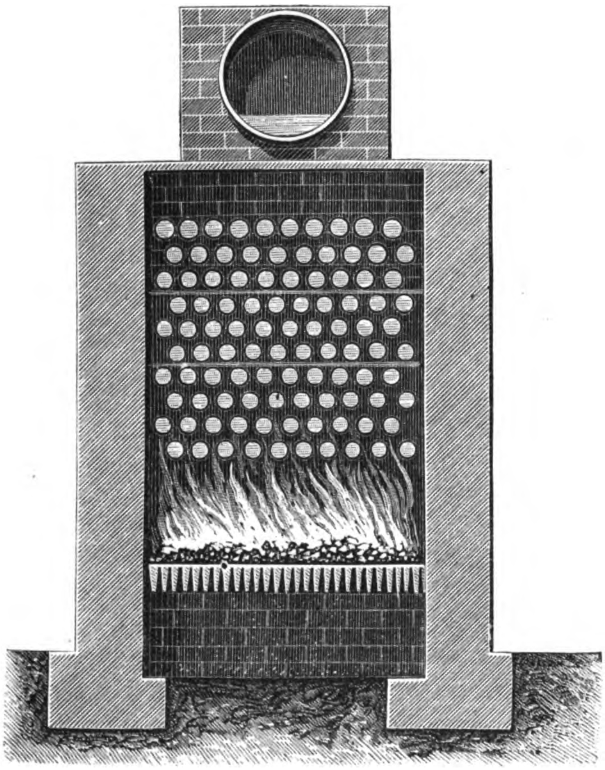


Fig. 11.

Die weitaus interessanteste Generatoranlage, sowohl bezüglich der Quantität als auch der Qualität der Kessel, bildete die von der belgischen Firma De Naeyer & Comp. in Willebroeck aufgestellte Batterie von 5 Röhrenkesseln, welche als Haupt-Dampferzeuger der Ausstellung dienten. Von diesem System sollen bereits gegen 900 im Betriebe stehen. Ueber einem etwas nach hinten geneigten Planroste von der Breite des Kessels und doppelter Roststablänge (Fig. 10 und 11) ist eine Anzahl Eisenrohre von 3—4 *m* Länge, 0·12 *m* äusserem Durch-

messer und 5 *mm* Wandstärke, welche auf 40 Atmosphären geprüft werden, in versetzten Horizontal-Reihen mit 10^0 Fall nach rückwärts aufgebaut. Letztere Einrichtung hat den Zweck, dem gebildeten Dampfe möglichst rasches Aufsteigen zu gestatten. Je zwei Rohre einer Horizontalreihe sind conisch in eine Muffe aus Gusseisen eingepasst und bilden ein Element. (Fig. 13, 14, 15 und 16.) Jedes Element steht mit dem unmittelbar darüber und darunter befindlichen Elemente mittelst je zweier kurzen Rohrstücke und je einem gegossenen Circulationsbügel, welcher mit Hilfe von Schraube und Anker gegen die Muffe

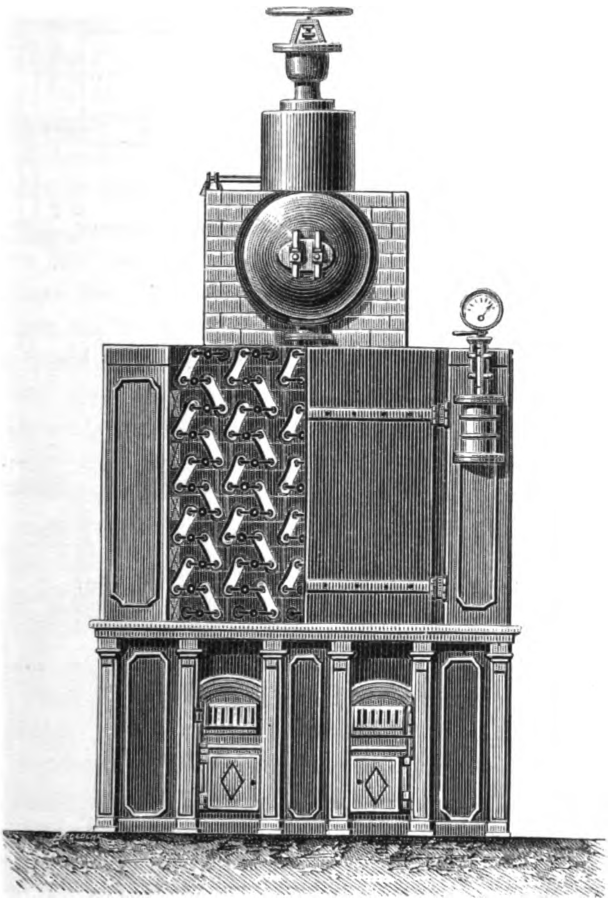


Fig. 12.

gepresst werden kann, in Verbindung. Alle über einander befindlichen Elemente bilden eine Serie; je nach Erfordernis können beliebig viele Serien nebeneinander gestellt werden. Die Elemente der untersten Reihe stehen mit ihrem hinteren Ende mit einem quergelegten Wasserrohre in Verbindung, in welches das Speisewasser eingeführt wird und an dem die Ablassvorrichtung angebracht ist. Die obersten Elemente münden an ihrer Vorderseite in ein ganz ähnliches Rohr, welches mittelst zwei weit dimensionirten Bogenrohren mit dem der Länge nach

auf dem Kessel ruhenden Dampfsammler communicirt. Der Wasserraum des Hintertheiles des Dampfsammlers steht behufs Erzielung ausgiebiger Circulation durch Rohre grossen Querschnittes wieder mit dem unteren Wasserrohre in Verbindung. Die Heizgase streichen zwischen den Wasserrohren entweder im Zickzack, wenn entsprechend Gasführungsplatten zwischen den Reihen eingelegt sind, oder aber,

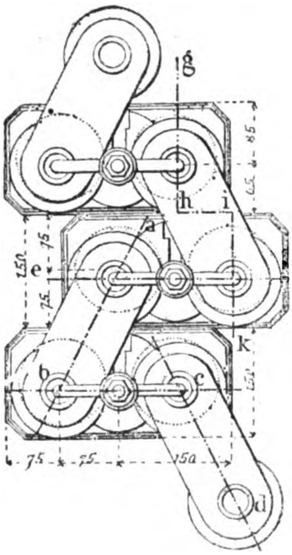


Fig. 13.

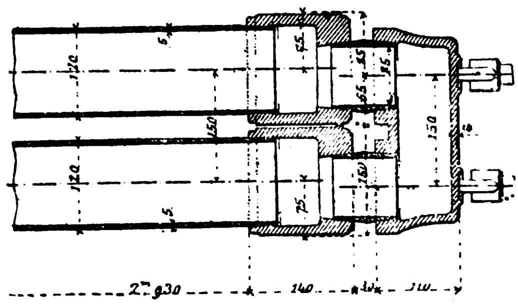


Fig. 14.

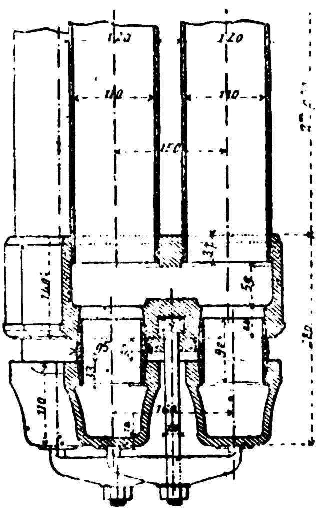


Fig. 15.

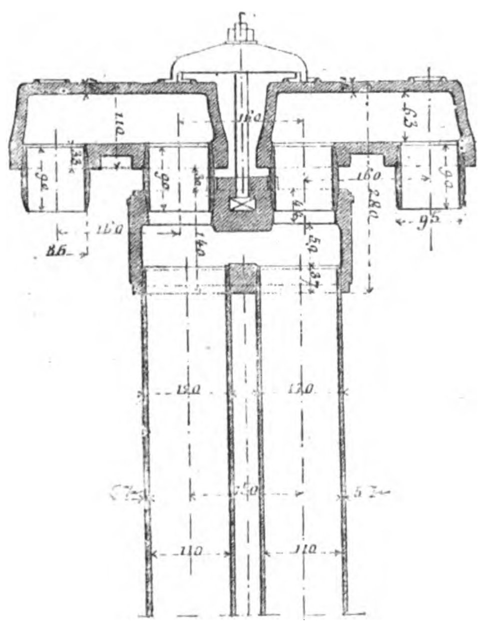


Fig. 16.

wie dies bei einem der ausgestellten Kessel der Fall war, in der vorderen Rohrhälfte nach aufwärts, in der hinteren Hälfte nach abwärts, um schliesslich zum Essencanal abzufallen. Die hiezu erforderliche Abscheidung bilden viereckige Ansätze in halber Rohrlänge, welche eine vollkommene Trennungswand erzeugen. Mit Rück-

sicht auf die Massen, welche dem Feuer ausgesetzt werden, verdient die erste Variante den Vorzug.

Auf dem Dampfsammler befindet sich ein Dom und die übliche Armatur. Wie aus den Figuren 10, 12 und 14 entnommen werden kann, bilden die Muffen der Rohre einen vollkommenen Abschluss der Heizgase vom Verbindungsbügel und den Schrauben, so dass diese Theile beiderseits ganz ausser Feuer liegen. Alle einzelnen Verbindungstheile sind bei diesem Kessel conisch ineinander gepasst. So sitzen, wie bereits erwähnt, die Rohre mit Conus in ihren Muffen (Fig. 14, 15 und 16) und sind in diese verbörtelt; die kurzen Rohrstücke sitzen gleichfalls mit Conus in Muffe und Circulationsbügel. Diese Verbindung ist einfach und garantirt bei der vielgliedrigen Construction eine gute Dichtung. Bei diesen und allen ähnlichen Röhrenkesseln, wo die einzelnen Rohre direct mit ihrer Endconstruction, hier den Muffen, aufeinander ruhen, wird das Auswechseln immerhin einige Mühe verursachen; doch versichern die Erzeuger, dass in längstens zwei Stunden eine Rohrauswechslung erfolgen kann.

Nachdem aus diesem Kessel die Gase immerhin noch mit einer hohen Temperatur von circa 300° abziehen (eine Temperatur, die allerdings sehr viele unserer gewöhnlichen Kessel bei ihrem normalen Betriebe übersteigen), so wurde zur möglichsten Ausnützung der Wärme, bei zwei der ausgestellten Kessel, hinter denselben, je ein Vorwärmer placirt. (Fig. 10.) Dieser letztere besteht aus einer Anzahl horizontal gelegter Elemente ganz gleicher Detailconstruction wie bei dem Kessel, durch welche das Speisewasser circulirt, ehe es in diesen letzteren tritt. Die vom eigentlichen Kessel kommenden Heizgase umstreichen die Rohre der Elemente von oben nach unten und ziehen mit einer Endtemperatur von circa 180° C. zur Esse. Auch hier sind die Details der Rohrenden ausserhalb des Gaszuges gelegt und jederzeit der Inspection zugänglich. Flügelthüren schliessen vorne den Kessel, rückwärts den Vorwärmer ab. Von der Seite gelangt man zu dem hinteren Ende der Kessel- und zu dem vorderen Ende der Vorwärmerohre. Kessel und Vorwärmer ruhen auf gegossenen Füssen und sind seitlich abgemauert. Der ganze Kessel sammt Vorwärmer ist mit Traversen überwölbt.

Die Reinigung von Flugasche geschieht von der Seite, durch eigens zu diesem Zwecke angebrachte Oeffnungen, mittelst Dampfstrahles. Diese Methode der Reinigung hat gegenüber der beim Kessel von Škoda besprochenen den Vortheil, dass man den Dampfstrahl, wie er aus dem Dampfrohre unter Druck austritt, nahezu auf jede Rohrstelle direct einwirken lassen kann. Den Russpelz kann man hier nur durch die unmittelbare mechanische Wirkung des Dampfes entfernen. Es hat daher keinen Sinn, mit dem Dampfstrahl aus grösserer Entfernung wirken zu wollen; sobald der Dampf expandirt und seinen Druck verliert, kann er auch nicht mehr in diesem Sinne mechanisch wirken. — Leider war es mir nicht möglich, über die Güte dieser Einrichtung aus eigener Anschauung ein präcises Urtheil zu gewinnen, nachdem die Kessel bisher noch nicht demontirt wurden. Die ganze Anordnung und besonders die sinnreiche Lösung der Details, sowie vor Allem die angemessene Dimensionirung dieser Kessel beweist, dass wir es hier mit einer wohldurchdachten, durch die Praxis entwickelten Construction zu thun haben.

Die Dimensionen der ausgestellten Kessel sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Kessel	Rohrzahl	Rohrlänge	Wandstärke der Rohre	Dampfsammler			Total-Heizfläche	Vorwärmer			
				Diameter	Länge	Wand-stärke		Rohrzahl	Länge	Wand-stärke	Heizfläche
			mm	*m*	*m*	*mm*	m^2			*mm*	m^2
I	100	3·92	6	0·9	3·55	12	154·1				
II	120	2·92	5	1·0	3·50	12	237·6	96	2·92	5	105
III	120	2·92	5	1·0	3·50	12	237·6	96	2·92	5	105
IV	168	3·5	5	1·0	3·50	12	220·0				
V	168	3·5	5	1·0	3·50	12	220·0				

Den Uebergang von den sogenannten Röhrenkesseln zu den cylindrischen Kesseln bildeten die von der Ersten Brünner Maschinenfabriks-Actien-Gesellschaft ausgestellten beiden Dupuis-kessel. Dieses System ist bei uns hinlänglich bekannt und bewährt, so dass ich es unterlassen kann, hier darauf einzugehen.

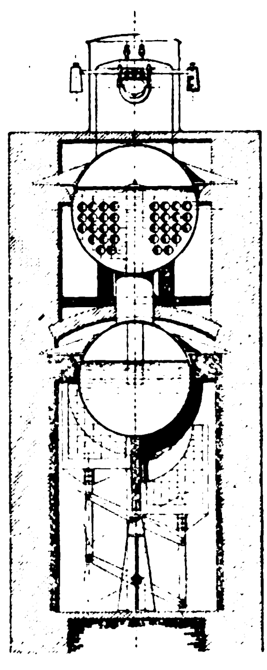


Fig. 17.

Einen eigenthümlichen Cylinderkessel nach neuem combinirten System mit Doppeldampfraum stellten Bolzano Tedesco & Co. aus Schlan aus. (Fig. 17 und 18.) Ueber einem gewöhnlichen Cylinderkessel von 1·5 *m* Diameter und 6 *m* Länge liegt, mit diesen durch zwei Stützen verbunden, ein cylindrischer Röhrenkessel von 1·6 *m* Diameter und 5 *m* Länge mit 34 Siederohren, deren jedes 114 *mm* äusseren Durchmesser besitzt.

Der vordere Stutzen verbindet durch geeignete Verlängerungsrohre den Dampfraum des Oberkessels mit jenem des Unterkessels, der hintere Stutzen den Wasserraum des Unterkessels mit dem Normalwasserniveau des Oberkessels. An jedem Kessel sind zwei Vorköpfe angebracht; der untere Vorkopf des Oberkessels nimmt das Speiserohr auf, der obere Stutzen beider Kessel trägt je ein Wasserstandsglas. Jeder Kessel hat auf diese Weise einen Dampf- und einen Wasserraum. Das Niveau des Oberkessels wird durch die Stutzenverbindung, stets auf constanter Höhe gehalten, da jeder Ueberschuss nach dem Unterkessel abfliesst. Beide Kessel sind behufs Reinigung zugänglich. und leicht befahrbar. Aus diesem Grunde sind die Rohre des Oberkessels mit entsprechendem Spielraum in der Kesselmitte placirt, und ist die Befestigung der Ansatzrohre an den Stutzen mittels einer einzigen Ankerschraube bewerkstelligt.

Die Einmauerung des Kessels ist so durchgeführt, dass der Unterkessel gegen den Oberkessel vorspringt. Dadurch ist das Reinigen der Rohre und die

Zugänglichkeit zum Unterkessel erleichtert. Die Heizgase streichen längs des Bauches des Unterkessels nach hinten, längs des Oberkessels nach vorne und durch die Rohre als dritter Zug zur Esse. Die Constructeure führen als Vortheil ihres Systemes an, dass sich weder im Unter-, noch im Oberkessel Ablagerungen aus dem Speisewasser bilden können — eine Behauptung, der ich nicht beipflichten möchte; weiters, dass Abkühlungen durch Oeffnen der Feuerthüre weniger schädlich als bei andern Systemen sein werden, weil man es hier nur mit einem Walzenkessel zu thun habe — eine Behauptung, der ich entgegnen muss, dass gerade bei dem hier in Rede stehenden Kessel eine Nietnaht in der Stichflamme liegt, was wol leicht zu vermeiden gewesen wäre. Die gänzliche Entleerung des Kessels, somit auch die Entschlammung, ist weder im Ober- noch im Unterkessel möglich, da die Entleerungsstutzen höher liegen, wie die tiefste Linie des Kessels was für diesen auf die Dauer nicht vortheilhaft sein wird. Auch wäre es zweckmässiger, wenn der vordere (Dampf-) Stutzen nicht unmittelbar über der Feuerbrücke läge, es dürfte dadurch in den Oberkessel mehr Wasser mitgerissen werden

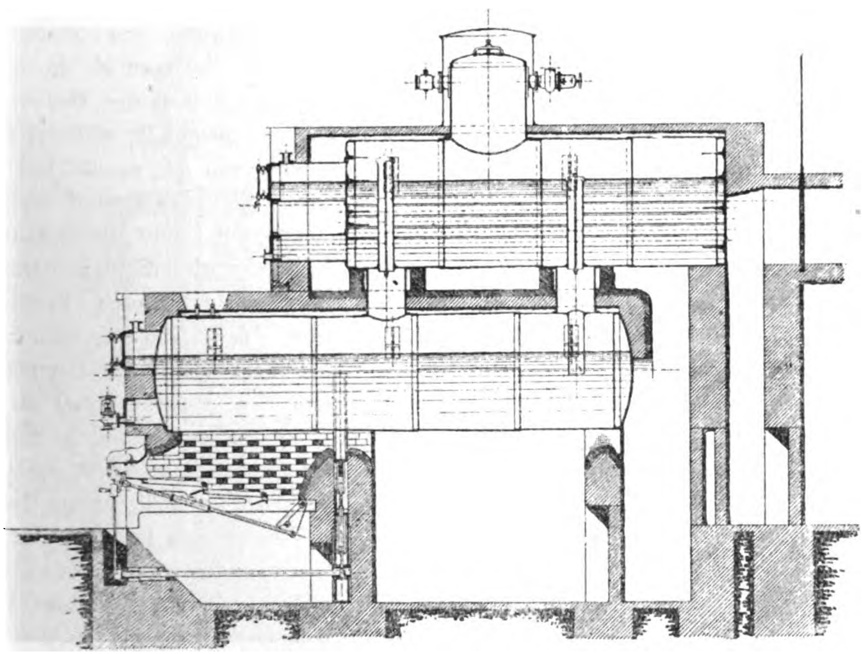


Fig. 18.

als es der Fall wäre, wenn die Dampfströmung nicht gerade an der heissesten Stelle des Kessels sich befände. Trotzdem wird der Oberkessel in die Dampfleitung vermuthlich trockenen Dampf liefern. Im Uebrigen ist die Construction eine angemessene, die ökonomisch Dampf erzeugen wird.

Der ausgestellte Kessel hatte 100 m^2 Heizfläche und war mit dem bekannten Bolzano-Roste versehen. Im abgelaufenen Jahre wurden 16 derartige Kessel aufgestellt.

Die bei diesem Kessel angebrachte Gasfeuerung bestand darin, dass der Rost durch eine Wand, in welcher sich Oeffnungen befanden, der Länge nach in 2 Theile

getrennt wurde. Mittelst eines entsprechend angeordneten Hebelwerkes, konnte immer einer der Feuerzüge durch Schuber von aussen abgeschlossen werden, so dass die Gase der einen Rosthälfte, auf welcher lebhafte Verbrennung herrschte, durch die Oeffnungen der Trennungswand, über die eben frisch beschickte andere Rosthälfte streichen mussten, um die daselbst gebildeten Gase zu entzünden. Diese Anordnung kann zweifelsohne ganz gut functioniren, fordert aber jedenfalls einen sehr verlässlichen Heizer.

2. Diverse zum Kessel gehörige Apparate und Utensilien.

Speiseapparate. Nebst einer Reihe von gut ausgeführten Injectoren bekannter Systeme waren verschiedene, gute, jedoch wenig Neues bietende Speisepumpen im Betriebe.

Einen neuen automatischen Speiseapparat stellte S. G. Cohnfeld aus Zaukeroda bei Dresden aus, der, in mehreren Exemplaren während der Ausstellung im Betriebe, sich, wie ich glaube, gut bewährt hat. Zwei übereinander stehende Gefässe *A* und *B* (Fig. 19) sind durch eine isolirende Holzlage *K* von einander getrennt, stehen aber in doppelter Rohrverbindung, und zwar: einmal der obere Theil des Gefässes *B* mit dem oberen Theil des Gefässes *A* durch ein *U*-förmiges Rohr $b b_1$, dessen unterster Schenkel bis zum Niveau des Bodens des Gefässes *A* reicht; dann der untere Theil des Gefässes *B*, gleichfalls mittelst eines *U*-förmigen Rohres $a a_1$, dessen Schenkel tiefer als jener von $b b_1$ reicht, mit dem oberen Theile des Gefässes *A*. Durch die Rohre $p e c_1$ tritt der Dampf aus dem Kessel, sobald das Normal-Wasserniveau dieses letzteren sinkt und die Oeffnung *q* dem Dampfe Eintritt in dieses Rohr gestattet, ein eigenthümlich construirtes Ventil *k* passirend, in den oberen Theil des Gefässes *A*. Dieses Ventil ist derart eingerichtet, dass es durch enge Zwischenräume den Dampf seitlich treten lässt, jedoch schliesst, sobald durch Entlastung über dem Ventil der Dampfüberdruck dessen Gewicht überwinden kann. Nachdem der Apparat höher als der Kessel placirt ist, sinkt durch Druckausgleich das im Gefässe befindliche Speisewasser, das Retourventil *m* passirend, durch das Speiserohr *d* in den Kessel; sobald das Niveau im Gefässe *A* die Höhe des *U*-Rohres $b b_1$ erreicht, dringt Dampf in das Gefäss *B*, aus dem nun auch das Wasser durch das Rohr $a a_1$ in das Gefäss *A* sich ergiesst. Sobald der Dampf in *B* zu condensiren beginnt, wird das Ventil *k* geschlossen und der Dampfzutritt gehemmt; in Folge dessen kann der in *A* und *B* befindliche Dampf vollkommen condensiren, und es bildet sich ein Vacuum, wodurch aus der Rohrleitung *c* frisches Wasser in den Apparat angesaugt wird. Auf der Ausstellung geschah dies aus einem hochgelegenen Reservoir. In diesem Zustande ist der Apparat fähig, das eben besprochene Spiel zu wiederholen. Durch Einführung des Ventiles *k*, sowie durch die Hochlegung des Wasserreservoirs wird die Dauer der einzelnen Spiele wesentlich reducirt. Am höchsten Theile des Apparates ist ein Entlüftungsventil angebracht. Ein Zählwerk (Fig. 20), das mit dieser Speisevorrichtung in Verbindung gebracht ist, kann zur beiläufigen Bestimmung der Speisewassermenge dienen.

Wer ein Freund von automatischen Apparaten ist, dem mag die Cohnfeld'sche Vorrichtung recht willkommen sein; sie ist einfach, hat wenig Theile, die in Un-

ordnung kommen können, und scheint nach zahlreichen mir vorliegenden Attesten, sich zur vollsten Befriedigung der Benützer erhalten zu haben. Ich bezweifle auch nicht, dass sie mit Bezug auf ihre Eigenthümlichkeit, constant zu speisen, ökonomisch functioniren kann. Ich, für meinen Theil, ziehe jedoch eine einfache solide Speisevorrichtung, die vom Kesselwärter bedient werden muss, jedem automatisch wirkenden Apparate vor; die Bedienung desselben verhindert, dass eine theilweise oder gänzliche Gleichgiltigkeit des Heizers gegenüber der Kesselspeisung eintreten kann.

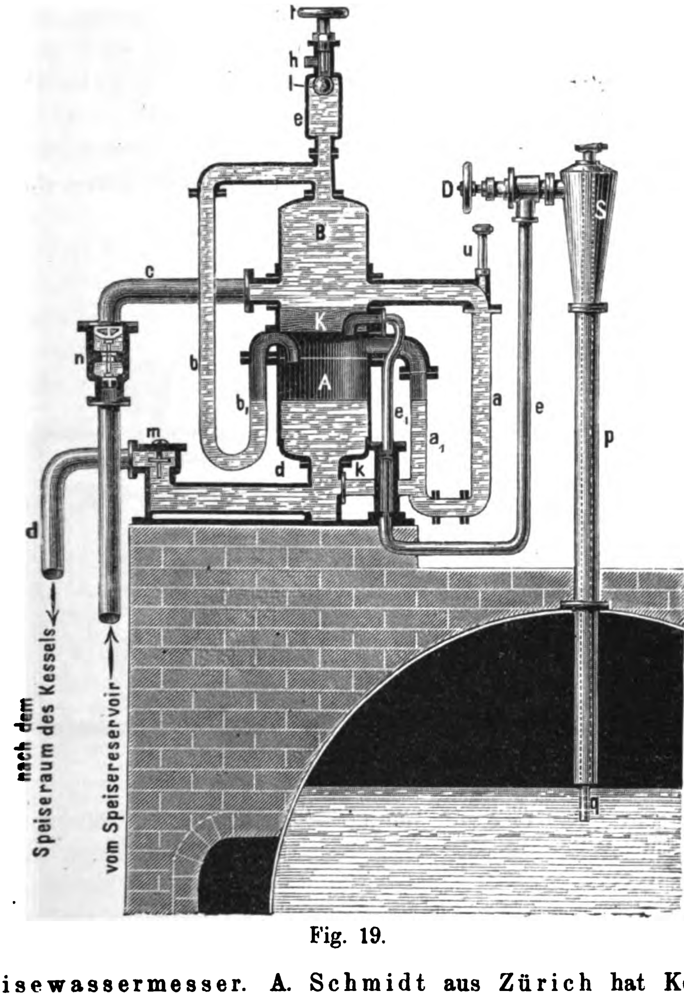


Fig. 19.

Speisewassermesser. A. Schmidt aus Zürich hat Kolbenwassermesser ausgestellt, die sich sehr gut bewähren. Dieselben werden in vier Grössen nach umstehender Skizze (Fig. 21) für 12—300 Liter pro Minute ausgeführt und zeichnen sich durch Einfachheit und solide Construction aus. Der bekannte Faller'sche Wassermesser war in gediegener Ausführung von A. Spanner aus Wien ausgestellt.

Ich möchte hier die Gelegenheit ergreifen, um allen Kesselbesitzern dringend zu rathen, in ihre Speisewasserleitung Wassermesser einzuschalten, oder doch

wenigstens zu ermöglichen, dass auf einfache Weise der Consum des Speisewassers unter gleichzeitiger Messung des Brennmaterial-Aufwandes von Zeit zu Zeit erhoben werden kann. Dadurch bleibt der Zustand des Verdampfungsapparates stets unter Controle und kann nicht unbemerkt ein so abnorm ungünstiger werden, wie man dies bei so vielen Anlagen antrifft.

Sicherheitsapparate gegen Dampfkessel-Explosion. Civil-Ingenieur Völckner stellte einen Sicherheitsapparat aus, dessen Function auf der Verschiedenheit der Temperaturen von Dampf und heissem Wasser, respective der grösseren und geringeren Ausdehnung eines Kupferrohres beruht. Ein Rohr reicht bis zum tiefsten zulässigen Wasserstande in den Kessel und ist bei normaler Wasserhöhe theilweise mit Kesselwasser gefüllt. Sobald der niederste Wasserstand erreicht ist, entleert sich der Wasserinhalt des Rohres und es füllt sich dasselbe mit Dampf, der eine Steigerung der Ausdehnung des Rohres herbeiführt. Diese Rohrverlängerung wirkt mittelst zweier Zugstangen auf Entlastung eines durch eine

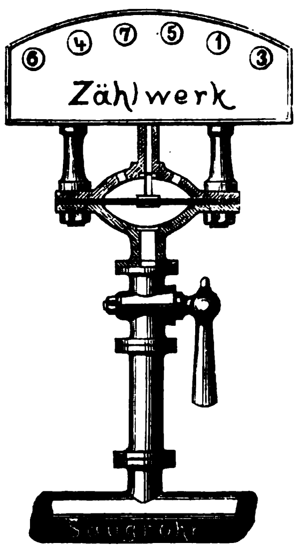
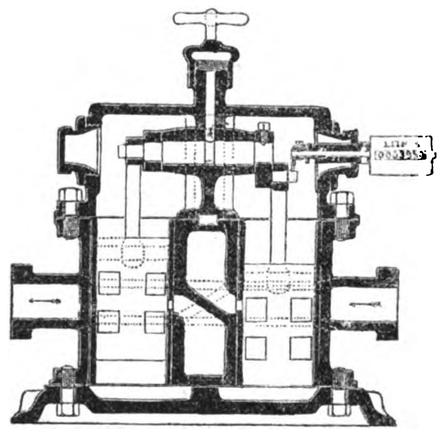


Fig. 20.


Fig. 21.

Feder niedergehaltenen und mit Allarmpfeife versehenen Ventiles und verursacht das Ertönen des Allarmsignales. Die Anbringung dieses einfachen Apparates kann bei guter Instandhaltung manchem Kesselbesitzer den Leichtsinn eines Wärters und das Nichtfunctioniren der Speisevorrichtung rechtzeitig avisiren und ihn so vor manchen Gefahren schützen.

Nach Völckner's Angabe war im Kesselhause für Zwecke der wissenschaftlichen Commission ein Apparat zur Bestimmung des Wassergehaltes im Dampfe (nach Hirn's Methode) aufgestellt, der sich durch Einfachheit und leichte Manipulation auszeichnete.

R. Schwartzkopff stellte seinen bekannten elektrischen Sicherheitsapparat aus.

Wasserreinigung. Zur Reinigung, sowie zur Klärung und Weichmachung des Speisewassers waren zwei chemische Methoden vertreten, die eine von Brand & Lhuillier, System Beranger & Stingl, und die zweite von F. Pichler

und C. Sedlaček. Die erstere Methode ist hinlänglich bekannt, die zweite Methode im Jahrg. 1883 der Wochenschrift Nr. 11 des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines ausführlich beschrieben.

Armaturen waren in vorzüglicher Ausführung ausgestellt von Schäffer & Budenberg.

Für Kesseleinmauerung stellten die Firmen Constantin Freiherr v. Popp-Böhmstetten in Thalern (Niederösterreich) und Lederer & Nessény in Floridsdorf ihr bewährtes Materiale aus. Erstere Firma hat das Material zu sämmtlichen Betriebskesseln beigestellt; es besteht aus Braunkohlenthon und wird in zwei Qualitäten verarbeitet, und zwar mit den Coëfficienten der Feuerfestigkeit nach Bischof von 2·9 und 4·37. Die Herren Lederer & Nessény exponirten aus feuerfestem Material hergestellte Façonstücke (Formsteine), welche für die Einmauerung von cylindrischen Kesseln seinerzeit von mir angegeben wurden und mit Vortheil verwendet werden können; so unter Anderem abgerundete Steine, welche, richtig gemauert, den Bestand der Feuerbrücke garantiren; Bogensegmente für die Längseinmauerung und für die hinteren Stirnwände; eigene Formsteine für die Trennung der Feuerzüge, die bei geringer Auflagbreite, also bei möglichst geringer Schädigung der Heizfläche, einen sicheren, gasdichten Abschluss der Züge bewirken. Mit Rücksicht darauf, als die Wärmeverluste durch mangelhafte Ausführung der Einmauerung oder durch ungeeignetes Material sehr beträchtlich sind, dürften diese Formsteine jedem Kesselbesitzer willkommen sein.

III. Halblocomobile und Locomobile.

Eine ganz besondere Beachtung für den Betrieb elektrischer Maschinen, verdienen die wenig Platz einnehmenden, relativ leicht mit ihrem Generator transportablen Motoren, die im Allgemeinen zusammengefasst werden können unter dem Namen Halblocomobile und Locomobile. Ihre Verwendung wird in vielen Fällen durch den temporären Charakter elektrischer Installationen geradezu bedingt. Nebst den gewöhnlichen bekannten Formen kleinerer Halblocomobile, die in sehr verschiedener Art und Güte zur Anschauung gebracht waren und von denen hier nur in Kürze Erwähnung geschehen soll, waren aber auch äusserst interessante, neue Constructionen von beträchtlicher Stärke vertreten, die speciell für elektrische Zwecke entworfen waren. Es genügt, wenn ich bezüglich der kleineren Formen an den gewöhnlichen Typus mit Verticalkessel verweise, welcher mit seiner vertical oder horizontal gelegten Dampfmaschine auf gemeinsamer, meistens ein mit Vorwärmer versehenes Wasserreservoir bildender Bettplatte steht, wie beispielsweise die Objecte von A. Rack, G. Bernhard's Söhne, C. Schranz & G. Rödinger in Wien. Letztere Firma zeichnete sich ebenso durch gewählte Formen, als durch entwickelte Detaillösung vortheilhaft aus.

Der seit der Ausstellung in Philadelphia allgemein bekannt gewordene, gute Baxter-Motor, ausgestellt (und, ich weiss nicht mit welcher Begründung, patentirt) von Müller Klasek & Co. in Wien, war in einem sehr sorgfältig construirten

und ausgeführten Exemplare vertreten. (Fig. 22.) Der Dampfcylinder und der Schieberkasten dieses Motors tauchen bekanntermassen vollkommen central in den verticalen, relativ gross dimensionirten Kessel und sind dadurch auf die wirksamste Weise gemantelt.

Eine grosse, circa 50-pferdige Halblocomobile stellten Gebrüder Sulzer aus Winterthur aus. Dieselbe diente zum Betriebe der elektrischen Maschinen

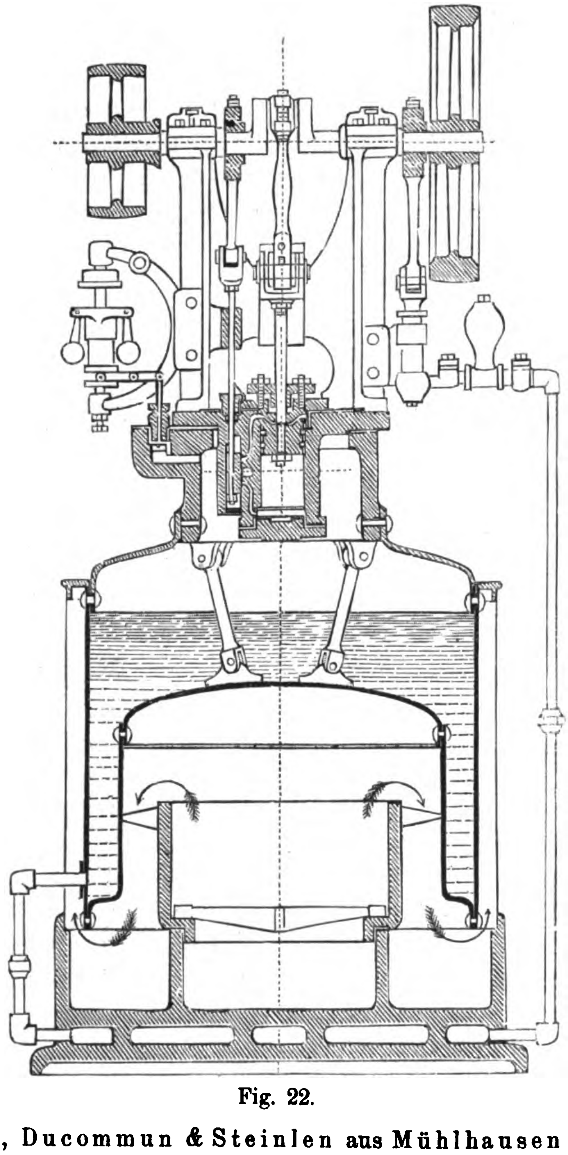


Fig. 22.

von Heilmann, Ducommun & Steinlen aus Mühlhausen und bildete mit den Ausstellungs-Objecten der letztgenannten Firma in maschineller Richtung die Perle der Ausstellung. Die Maschine als Zwillingsmaschine, mit unter 90° verstellten Kurbeln ausgeführt, ruhte auf einem grossen cylindrischen Röhrenkessel. Letzterer war für 7 Atmosphären Betriebsdruck construirt und besass eine Heizfläche von

$44\,m^2$, was ausreichend ist, um die Maschine zu speisen und noch Dampf für andere Zwecke zu erübrigen Der Kessel, mit sehr grosser cylindrischer Feuerbüchse aus Stahlplatten und mit Siederohren versehen, war aus Flusseisen hergestellt. Die Rauchkammer war derart eingerichtet, dass die Heizgase entweder in

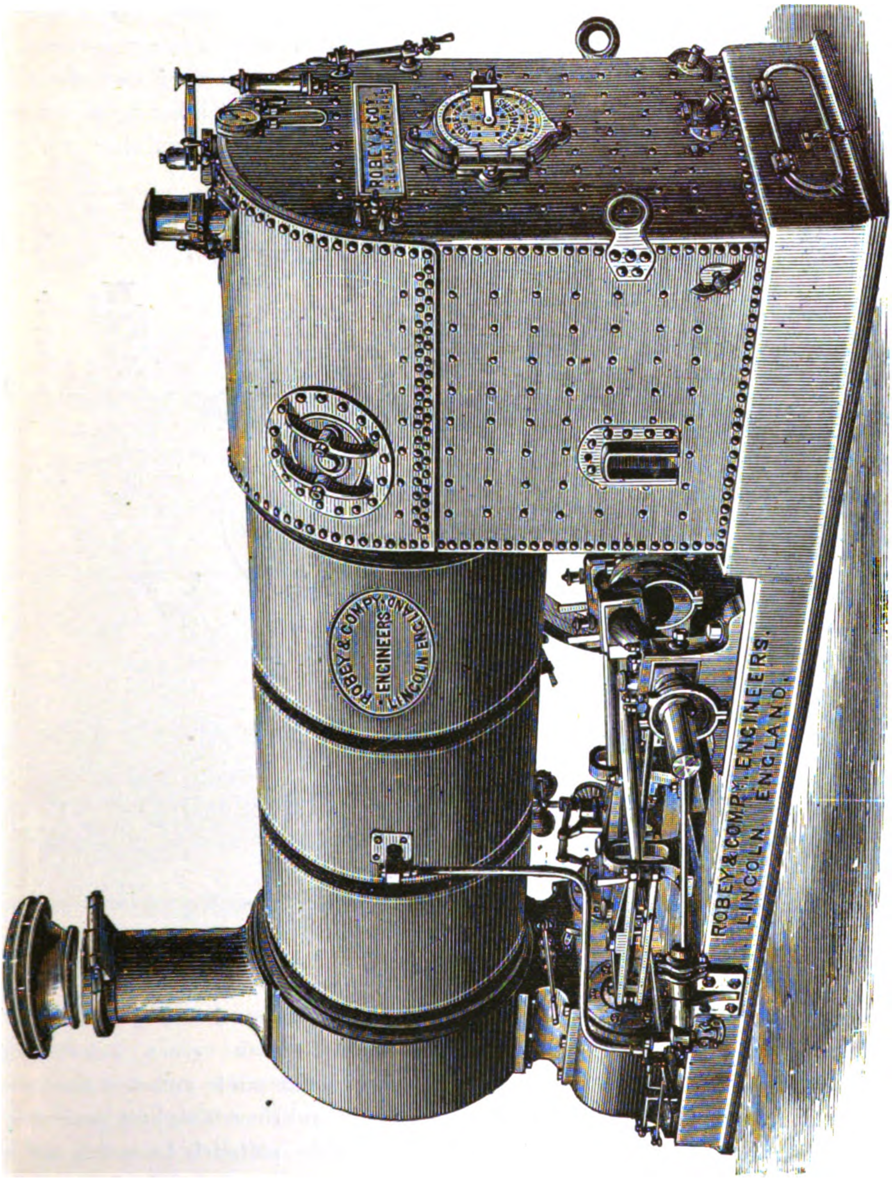


Fig. 23.

gewöhnlicher Weise durch die darauf sitzende Blechesse, oder aber nach unten zu einem Kamine abziehen konnten.

Als Basis der ganzen Maschine sammt Kessel diente ein kräftiger Walzeisenrahmen, auf dem, mit jederseits drei Füssen, der wohlverschallte Kessel ruhte.

Für eine definitive Aufstellung scheint es mir wünschenswerth, den Kesselbauch etwas zugänglicher zu machen, als es hier der Fall war. Ohne an der wohlbegründeten Tieflage der Construction etwas zu ändern, könnte dies durch einen Mittelcanal im Fundamente erreicht werden. Die beiden Dampf-Cylinder von 0·24 *m* Diameter und 0·48 *m* Kolbenhub waren mit ihrem gleichzeitig als Dampfdom dienenden Dampfmantel und mit dem Schieberkasten in einem Stücke gegossen. Die normale Tourenzahl betrug 140 pro Minute. Die Steuerung, System Bodmer, bei uns unter den Namen Ridder bekannt, erfolgte jederseits durch einen Grundschieber, auf dessen Rücken ein schief geschlitzter Expansionsschieber sich bewegte. Letzterer wurde durch den äusserst sinnreich angeordneten kräftigen Regulator um seine

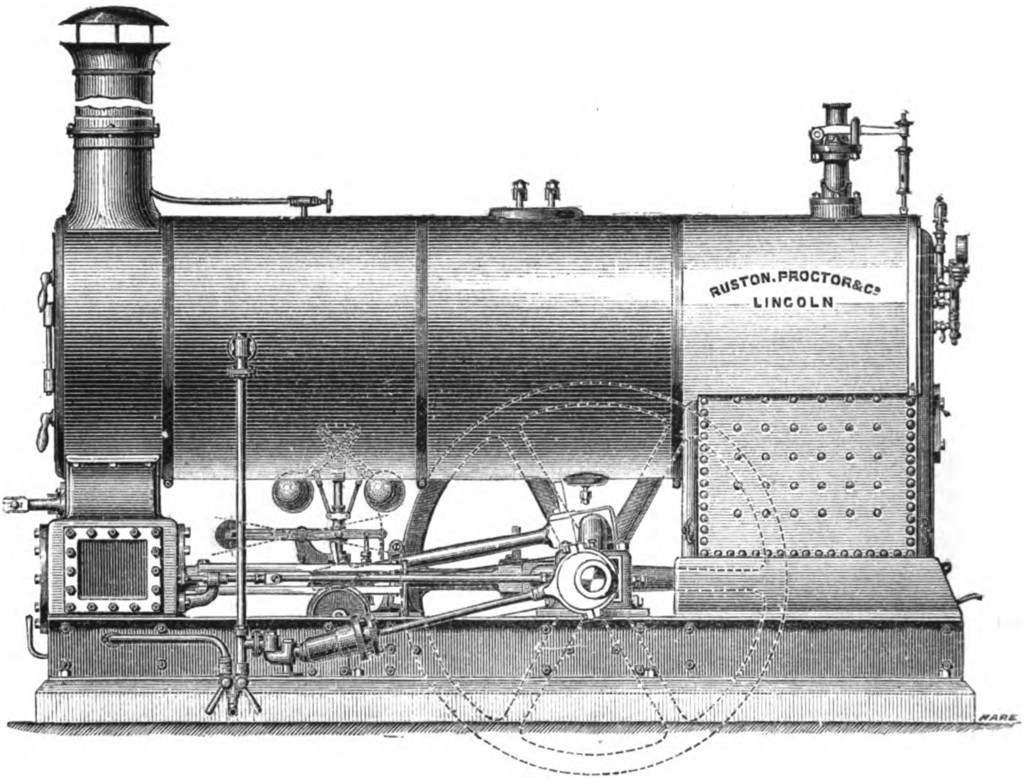


Fig. 24.

Achse gedreht, wodurch Füllungen von 0—60% ermöglicht wurden. Der Grundschieber wurde von einem Excenter, der Expansionsschieber mittelst eines schwingenden Hebels von demselben Excenter bewegt. Die Maschine arbeitete auf der Ausstellung mit fremdem Dampfe in vollendeter Weise. Ihre Regulirungsfähigkeit war eine so vorzügliche, dass man beispielsweise beim Vollbetriebe plötzlich Alles bis auf eine Serie von Glühlichtern, oder eine einzige Bogenlampe, abstellen konnte, ohne erstere zu gefährden oder letztere wesentlich in ihrem Lichteffecte zu verändern. Das Speisewasser konnte je nach Belieben vorgewärmt oder kalt in den Kessel gepumpt werden. Die Ausführung, Dimensionirung, sowie Formgebung und Zugänglichkeit war eine ausgezeichnete. Die Firma hat die Zwillingsmaschine der nahe-

gelegenen Compound-Anordnung vorgezogen, um mit niederem Dampfdrucke arbeiten und eine möglichst empfindliche Regulirung erreichen zu können.

Die Firma Robey & Co. in Lincoln und Budapest stellten zwei Halblocomobile zum Betriebe der Weston- und eine zum Betriebe von Ganz-Dynamomaschine aus. Die Maschine war, wie aus Fig. 23 ersichtlich ist, ähnlich einer gewöhnlichen Locomotive mit innenliegenden Cylindern construirt, nur war der ganze Mechanismus sammt dem Kessel auf eine kräftige gegossene Bettplatte sehr solide gelagert. Eine Anordnung, die, wie ich glaube, die Maschinenfabrik Esslingen vor vielen Jahren mit Erfolg eingeführt. Die Cylinder lagen in einem Dampfmantel.

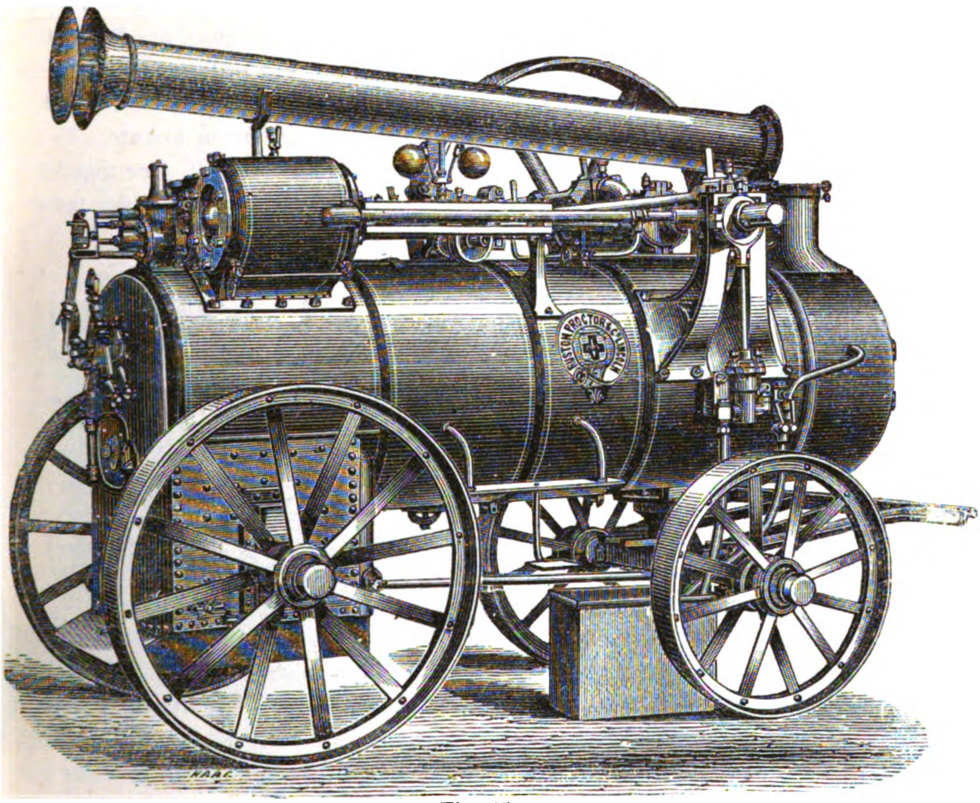


Fig. 25.

Die Steuerung arbeitete mit variabler Expansion, war jedoch nicht vom Regulator beeinflusst; dieser wirkte auf eine Drosselvorrichtung.

Ein sehr interessantes Object war die von der Maschinenfabrik Esslingen ausgestellte Halblocomobile von circa 30 Pferdekräften. Dieselbe besass einen grossen, horizontal gelegten cylindrischen Röhrenkessel, in dem eine Tenbrink-Feuerbüchse eingesetzt war. Die auf dem geneigten Roste entwickelten Feuergase strichen durch einen horizontalen Conus, der mit einer Rohrwand abgeschlossen war, und passirten die Siederohre. Der Einsatz sammt den beiden Rohrwänden konnte durch Lösen von Verbindungsschrauben aus dem cylindrischen Kessel herausgezogen werden, wodurch eine, wenn auch nicht gerade sehr leichte Inspection

ermöglicht war. Auf dem vorderen Kessel sass ein geräumiger Dampfdom, in dem die beiden Cylinder der Compound-Maschine, auf diese Weise sehr gut gemantelt, sowie die Schieberkästen und der Receiver, eingegossen waren. Der kleinere Cylinder hatte 195 *mm*, der grössere 290 *mm*, der Kolbenhub betrug 400 *mm*.

Die Maschine lagerte mittelst eines Gussrahmens, in welchem die Führungen angearbeitet waren, auf dem Kessel. Die Steuerung des kleineren Cylinders besorgte ein geschlitzter Vertheilungsschieber, auf dessen Rücken zwei Expansionsplatten ruhten, welche durch die mit Schraubengängen versehene Expansionsschieberstange mitgenommen und, zur Veränderung der Expansion, durch diese letztere relativ genähert oder entfernt wurden. Durch diese Anordnung, welche eine gewöhnliche Meyer-Steuerung mit variirter Schraube war, wurde die Einwirkung des Regulators auf die Expansion ermöglicht. Die Maschine war gut ausgeführt, aber für die Bedienung äusserst unbequem, da man zu den vielen, häufige Nachsicht erfordernden Schmiergefässen etc. nur mittelst einer Leiter gelangen konnte. Es ist mir auch nicht klar geworden, warum der hier sich bietende Vortheil, eine möglichst lange Schubstange anzubringen, nicht ausgenützt wurde. Es hätte dann der immerhin schwere Theil der Maschinenaxe, der nahezu in der Mitte des Kessels ruht, in der kräftigen Rauchkasten-Rohrwand eine natürliche Stütze gefunden, und die Maschine wäre um Vieles bequemer in der Bedienung geworden. Nach dem bereits bei den stationären Kesseln bezüglich der gesuchten Anwendung der Tenbrink-Construction Gesagten, ist es überflüssig, diesen Punkt zu wiederholen; doch muss hervorgehoben werden, dass hier wenigstens die Möglichkeit besteht, zu den immerhin complicirten, durch die Feuerbüchse bedingten Eckverbindungen zu gelangen.

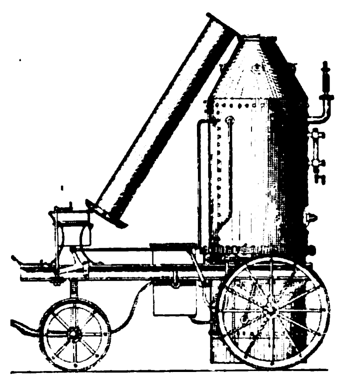


Fig. 26.

Eine andere sehr schön gearbeitete Type von einer Halblocomobile mit Compound-Maschine zeigten R u s t o n, P r o c t o r & Co. in L i n c o l n und B u d a p e s t. Diese Firma stellte eine 40pferdige Compound-Halblocomobile (Fig. 24) und eine 20pferdige Compound-Locomobile (Fig. 25) aus. Erstere war zum Betriebe von Dynamomaschinen der Firma Ganz & Comp. in Verwendung, während letztere kalt stand. Die äussere Anordnung ist ganz ähnlich jener von Robey. Maschine und Kessel ruhen auf einem Walzeisenrahmen und sind der Beaufsichtigung vollkommen zugänglich. Die variable Expansion besorgte am kleinen Cylinder eine schwingende Coulisse. Der Regulator wirkte direct auf die Schubstange des Schiebers ein. Die Dimensionen der 40pferd. Maschine waren 330 *mm*, respective 521 *mm* Cylinderbohrung bei 609 *mm* Hub. Arbeit und Material waren sehr gut.

Nebst der eben genannten Locomobile wäre die von P a u l K o t z ó in B u d a p e s t ausgestellte Compound-Locomobile der Firma G a r r e t & S o n s in L e i s t o n zu erwähnen. Dieselbe war im Nordosthofe aufgestellt und besorgte den Betrieb von Dynamomaschinen der Firma Ganz & Co., mittelst welcher Volkmar'sche Accumulatoren gespeist wurden. Diese Verwendung brachte es mit sich, dass die Maschine

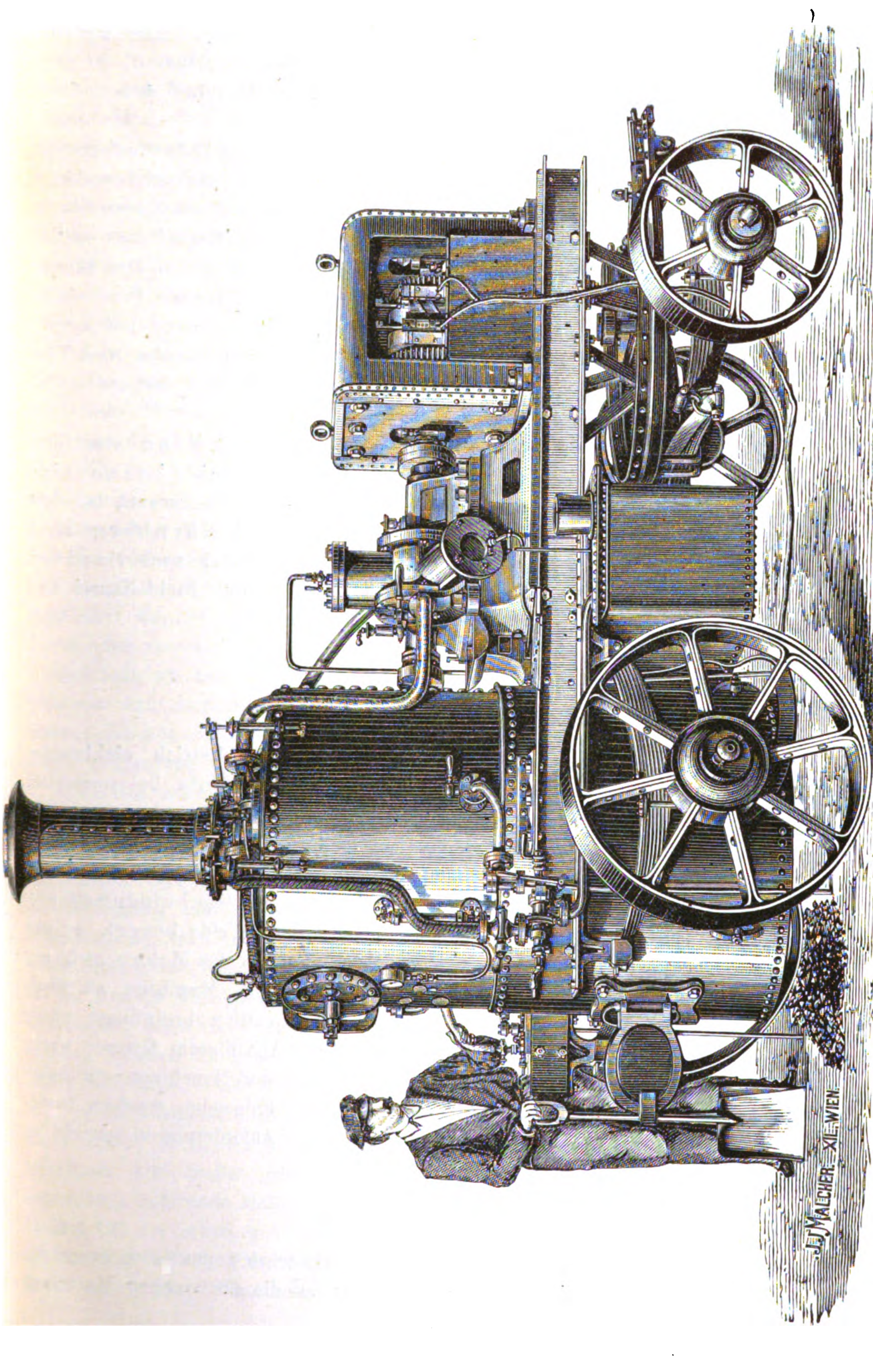


Fig. 27.

während der Ausstellungszeit tagsüber ziemlich angestrengt arbeiten musste. Für das bequeme Anlassen der Maschine konnte der grosse Cylinder durch einfache Verstellung des Hebels vom Einlassventil mit frischem Dampfe arbeiten, so dass die Maschine erforderlichen Falles auch als gekuppelte Maschine functioniren konnte; sie arbeitete äusserst ökonomisch.

Ein 8pferdiges Locomobil von Franz Josef Zifferer in Wien ausgestellt eigentlich als Halblocomobil auf Füsse gestellt, war mit einem Kessel, combinirt aus Cornwall- und Röhrenkessel, versehen. Der Cornwalleinsatz war verschraubt und konnte sammt den Rohren herausgenommen werden. Auf dem Kessel sass seitlich auf Untersätzen die eincylindrige Maschine mit ihrer Bajonettführung. Die Dimensionen des Cylinders waren 185 *mm* Diameter bei 370 *mm* Kolbenhub. Eine eigenthümliche, ziemlich einfache, aber äusserst roh ausgeführte Knaggensteuerung besorgte die Dampfvertheilung. Diese Steuerung rührt, wie ich glaube, von Voss & Maack aus Ehrenfeld her und functionirt in gleicher Weise wie die später beschriebene Construction von Pröll (Fig. 32).

Ausserdem hatten noch Clayton & Shuttleworth in Wien eine ihrer bekannten und bewährten Locomobilen von 10 Pferden; die Société française in Paris eine Locomobile französischer Type mit verticalem Stehkessel, an dem sich der Röhrenkessel anschliesst, endlich Schuckert in Nürnberg einen Beleuchtungswagen (Fig. 26) mit Adam-Maschine ausgerüstet und Sautter, Lemonnier & Co. in Paris einen solchen (Fig. 27) mit Field-Kessel und Brootherhod-Maschine ausgestellt.

IV. Die Motoren.

Im Allgemeinen sind die Anforderungen, welche der Betrieb elektrischer Maschinen an den Motor stellt, sehr strenge. Man verlangt einerseits, bei normalem Betriebe, einen möglichst regelmässigen und gleichförmigen Gang, und andererseits, bei veränderter Belastung des Motors, eine rasche Functionirung des Regulators, damit ersterer die vorgeschriebene Tourenzahl thunlichst einhalte.

Nachdem die Leistung der elektrischen Maschine der Geschwindigkeit proportional ist, mit der sich der Inductor im magnetischen Felde bewegt, so war es geboten, um die jeder Zeit vorkommenden Schwankungen des Motors nicht mit dem Umsetzungsverhältnisse multiplicirt auf die elektrische Maschine zu übertragen — wodurch die Constanz der Stromstärke wesentlich beeinflusst würde — möglichst schnell laufende Motoren zu verwenden. Aus diesem Grunde waren auch fast durchgehends sogenannte „Schnellläufer", das sind Maschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit, vertreten. Wir werden aus dem Folgenden ersehen, inwieweit die einzelnen Constructeure den an sie gestellten Anforderungen gerecht zu werden sich bemühten.

1. Dampfmaschinen.

Unsere Besprechung dürfte sich am Uebersichtlichsten gestalten, wenn wir dieselbe je nach Art der Uebertragung der Arbeit auf die elektrischen Maschinen

in drei Gruppen theilen und diesen die übrigen hier nicht einzureihenden Systeme anschliessen.

a) In den meisten Fällen übertrugen die Motoren durch Seile oder Riemen, letztere aus Leder, Kautschuk oder Baumwolle, die Arbeit auf eine Zwischentransmission, von welcher die einzelnen elektrischen Maschinen mittelst Riemen angetrieben wurden. Diese Anordnung bietet den Vortheil, eine relativ reducirte Geschwindigkeit für den Motor und, durch entsprechende Uebersetzung, die gewünschte Geschwindigkeit für die elektrische Maschine zu erreichen; gleichzeitig ermöglicht sie, mit der Zwischentransmission beliebig viele elektrische Maschinen zu betreiben. Dem gegenüber muss als Nachtheil angeführt werden, dass die Anwendung elastischer Uebertragung durch Seile oder Riemen einen nicht unerheblichen Arbeitsverlust durch die Ausdehnung und durch das gewiss häufig stattfindende Gleiten herbeiführt, sowie auch, dass durch die Anwendung grosser Uebersetzungsverhältnisse die geringste Aenderung im Gange des Motors vielfach vergrössert auf die elektrische Maschine übertragen wird, die, wenn sie Beleuchtungszwecken dienen soll, eine möglichst constante Geschwindigkeit erfordert.

Häufig begegnet man der Anschauung, dass die elektrische Beleuchtung einen nicht gar zu empfindlichen Motor benöthige, dass vielmehr, im Gegensatze zu dem oben Gesagten, sehr bald ein Motor bezüglich seiner Regelmässigkeit dem Erfordernisse entspreche. Dies mag dort seine Berechtigung haben, wo es sich um eine allgemeine Beleuchtung, d. h. Erhellung schlechtweg, handelt, keineswegs aber da, wo die Beleuchtung Licht schaffen soll im Dienste der gewerblichen oder industriellen Arbeit, wo Locale, in welchen gelesen oder geschrieben werden soll, zu beleuchten sind. Elektrische Installationen, welche Zwecken dieser letzteren Art dienen, müssen ein möglichst gleichmässiges und ruhiges Licht liefern; die Lösung dieser Aufgabe ist in den meisten Fällen weit wichtiger, als die sollen Erzeugung grosser Lichtstärke.

b) Bei einer zweiten Gruppe von Motoren entfiel die Zwischentransmission; die Arbeitsübertragung auf die elektrische Maschine erfolgte direct von den Scheiben der Maschine mittelst Riemen oder Seilen, wie beispielsweise bei der Installation von Edison und einem Theile der Firma Ganz & Co. Diese Anordnung, als Uebergang zum directen Antriebe, hat den Vortheil, dass nur eine elastische Uebertragung stattfindet, erfordert aber für den gewöhnlichen Typus der elektrischen Maschinen schon aussergewöhnlich raschlaufende Motoren; auch dürfte sich in der Praxis eine gewisse Schwierigkeit darin ergeben, eine grössere Anzahl elektrischer Maschinen gleichzeitig auf diese Weise zu betreiben. Auf der Ausstellung wurden in diesem Sinne höchstens zwei elektrische Maschinen von Einem Motor auf diese Weise betrieben.

c) In einigen Fällen endlich, bei einer dritten Gruppe also, war der Antrieb ein directer; d. h. der Motor machte die gleiche Tourenzahl wie die elektrische Maschine. Die hieher gehörigen Ausstellungsobjecte waren fast ausschliesslich sogenannte rotirende Motoren. Die einzige Ausnahme war in der Ausstellung von Ganz & Co. zu sehen, wo bei einer elektrischen Maschine (Mechwart) die Geschwindigkeit des Inductors nicht so sehr durch hohe Tourenzahl, als vielmehr durch besonders grosse Dimension desselben erzielt wurde, und bei einer anderen

elektrischen Maschine, wo durch eine vertikale Dampfmaschine von Gwynne die elektrische Maschine in relativ mässige Geschwindigkeit versetzt wurde.

Für den directen Antrieb lässt sich sofort das als Vortheil anführen, was bei den vorigen Fällen als Nachtheil erwähnt wurde. Dabei darf aber nicht übersehen werden, dass diese Motoren äusserst exacte Ausführung verlangen und gegenüber den langsamer gehenden Motoren viel Dampf consumiren; auch kann ein Motor immer nur Eine, in Ausnahmsfällen zwei elektrische Maschinen betreiben. Und doch ist, meinem Dafürhalten nach, für die Frage der Verallgemeinerung der elektrischen Beleuchtung, die befriedigende Lösung der Motorenfrage in dieser letzteren Richtung anzustreben. Nur wenn ein guter ökonomischer Einzelnmotor, für jede Maschine direct verwendbar, gefunden sein wird, dann erst kann die elektrische Beleuchtung die beabsichtigte und gewünschte Verbreitung finden.

Nach den während der Ausstellung gemachten Beobachtungen wage ich es wohl nicht zu entscheiden, ob es früher gelingen werde, den erforderlichen Motor, die elektrische Krafttransmission zum Betriebe elektrischer Maschinen, oder aber die sogenannten Accumulatoren in der gewünschten Weise zu vervollkommnen; ich glaube, dass wir in dieser Richtung noch weit vom Ziele stehen.

a) Maschinen, die mit einer Zwischentransmission die Arbeit auf die elektrische Maschine übertragen.

Die Erste Brünner Maschinenfabriks-Actien-Gesellschaft exponirte auf der Ausstellung eine mit circa 150 indicirten Pferdestärken arbeitende, nom. 240pferdige horizontale Compound-Receiver-Maschine. Der kleine Cylinder war mit Collmann-, der grosse mit Meyer'scher Steuerung versehen. Die Maschine machte normal 100 Touren und betrieb mittelst Seilen die Transmission der International Electric Company. Die Dimensionen für Durchmesser und Hub waren 0·4 *m* und 0·65 *m* für den kleinen, 0·9 *m* und 0·65 *m* für den grossen Cylinder, die mittlere Kolbengeschwindigkeit betrug 3 *m*. Dies war die erste Maschine dieser Art, die für so hohe Kolbengeschwindigkeit gebaut wurde. Die Maschine lief ausserordentlich gleichmässig, ihre Construction, Dimensionirung und Ausführung war vorzüglich.

Eine nom. 70pferdige Compound-Maschine stellte die Schweizerische Locomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur, zum Betriebe der elektrischen Maschinen der Société Gramme, aus. Die Cylinder hatten 0·2 *m*, resp. 0·33 *m* Diameter, 0·42 *m* Kolbenhub. Die Steuerung an beiden Cylindern besorgte je ein einfacher Schieber, bewegt von einer flachgeschmiedeten Schieberstange. Diese Maschine war auf Kosten der leichten Zugänglichkeit ungemein zusammengedrängt gebaut. Die doppelt gekröpfte Kurbelwelle war durch gegossene zweitheilige Scheiben mit angegossenem Gegengewichte in sehr rationeller und schöner Weise ausbalancirt. Der Regulator wirkte auf ein Drosselventil. Ein nettes Detail wies das Einlassventil auf; eine sehr exacte Einstellung war durch Anwendung einer grossen, aussen im Ventilständer angebrachten, viergängigen Schraube ermöglicht. Die Uebertragung der Arbeit auf die Transmission besorgten Seile, die von den, zu beiden Seiten der Maschine fliegend placirten, 1·8 *m* messenden Schwungrädern bewegt wurden. Die Maschine erinnerte vielfach an eine Schiffsmaschine.

Drei horizontale eincylindrige Maschinen mit Meyer'scher Expansionssteuerung waren von Brand & Lhuillier in Brünn ausgestellt; zwei hievon, nach gleichen Modellen gebaut, leisteten nom. 60, die dritte 35 Pferde. Der Regulator wirkte auf Drosselung des einströmenden Dampfes. Die grossen Maschinen besassen grosse schädliche Räume. Diese Type wird ihrer Einfachheit und geringen Kosten wegen sich da empfehlen, wo eine bessere Behandlung der Maschine ausgeschlossen ist, und die Dampfökonomie keine Rolle spielt; sie stellt so recht, im wahren Sinne des Wortes, die Dampfmaschine als Handelswaare dar.

Die den Charakter einer Bergwerksmaschine tragende 60pferdige Zwillingsmaschine der Maschinenbau-Actien-Gesellschaft, vormals Breitfeld, Daněk & Co. in Prag hatte 0·24 *m* Cylinderdiameter, 0·45 *m* Kolbenhub. Die Steuerung war nach Ridder ausgeführt, jederseits direct von äusserst plumpen, massigen und unschönen Regulatoren mittelst langer Doppelhebel beeinflusst. Es scheint, dass man während der Dauer der Ausstellung die nachtheiligen Einflüsse der ungemein schweren, rotirenden Theile dieses Regulators erfahren hat, denn es wurden nachträglich, zur Sicherung der Regulatorspindel, geführte Mitnehmer angebracht. Die Tourenzahl betrug circa 180 pro Minute. Die Maschine war äusserst solid und gedrängt gebaut, aber doch überall vollkommen zugänglich. Die Ausführung selbst war eine sehr gute. Mittelst Hanfseilen wurde die Arbeit auf die Transmission übertragen.

Eine nom. 80pferdige horizontale Zwillingsmaschine stellten Bolzano, Tedesco & Co. in Schlan aus (Fig. 28 und 29). Dieselbe war mit Regnier-Flachschieber-Steuerung versehen, welche durch den Regulator beeinflusst wurde und alle Füllungsgrade zuliess. Der Cylinderdiameter betrug 0·36 *m*, der Kolbenhub 0·8 *m*, die normale Tourenzahl 60. Cylinder und Deckel waren geheizt. Die Steuerung functionirte gut, doch scheint dieselbe complicirt und vielgliedrig zu sein. So viel mir bekannt, arbeitet eine Maschine dieses Systems in Přibram und zwar, bezüglich des Dampfverbrauches, äusserst ökonomisch. Die grosse Längsausdehnung der Steuerung, in Verbindung mit den enorm hohen Schieberdeckeln, gibt der Maschine ein nicht besonders schönes Aussehen. Dieser ungünstige Eindruck wird noch erhöht durch den Regulator und die scharf angesetzten Bajonnetbalken, welche die hochbeinigen, jedes Formenschmuckes entbehrenden Hauptlager mit den Cylindern verbinden. Das Schwungrad ist als Seilscheibe ausgebildet.

Die Maschinenfabrik von Fr. Reska in Bubna-Prag stellte eine 60pferdige eincylinderige Maschine aus; der Cylinderdurchmesser betrug 0·26 *m*, der Kolbenhub 0·35 *m*; die normale Tourenzahl 240 pro Minute. An dem kräftigen, gegabelten, mit der Rundführung und den beiden Kurbellagern in einem Stücke gegossenen Bettbalken hing der liegende Dampfcylinder sammt seinem Schieberkasten. Die variable Expansion wurde mittelst Ridder-Schieber, direct vom Regulator beeinflusst, erreicht. Die Schmierung des sehr lang dimensionirten Zapfens der gekröpften Achse erfolgte durch Centrifugalwirkung. Das Schmiermaterial wurde in eine seitlich offene, auf der Welle befindliche Scheibe eingebracht und gelangte durch Schmierröhren und die Bohrung des Kurbelzapfens zum Lager.

Wenngleich auf diese Weise eine sichere Schmierung des Zapfens erfolgen kann, so birgt die Anbringung der verschiedenen Bohrungen und Oelnuten am

Zapfen, dem bei der gewählten Wellendisposition am stärksten beanspruchten Theil, doch immer eine gewisse Gefahr in sich. Es unterliegt gar keinem Zweifel, dass gerade bei rasch laufenden Maschinen auf eine verlässliche Schmierung der reibenden

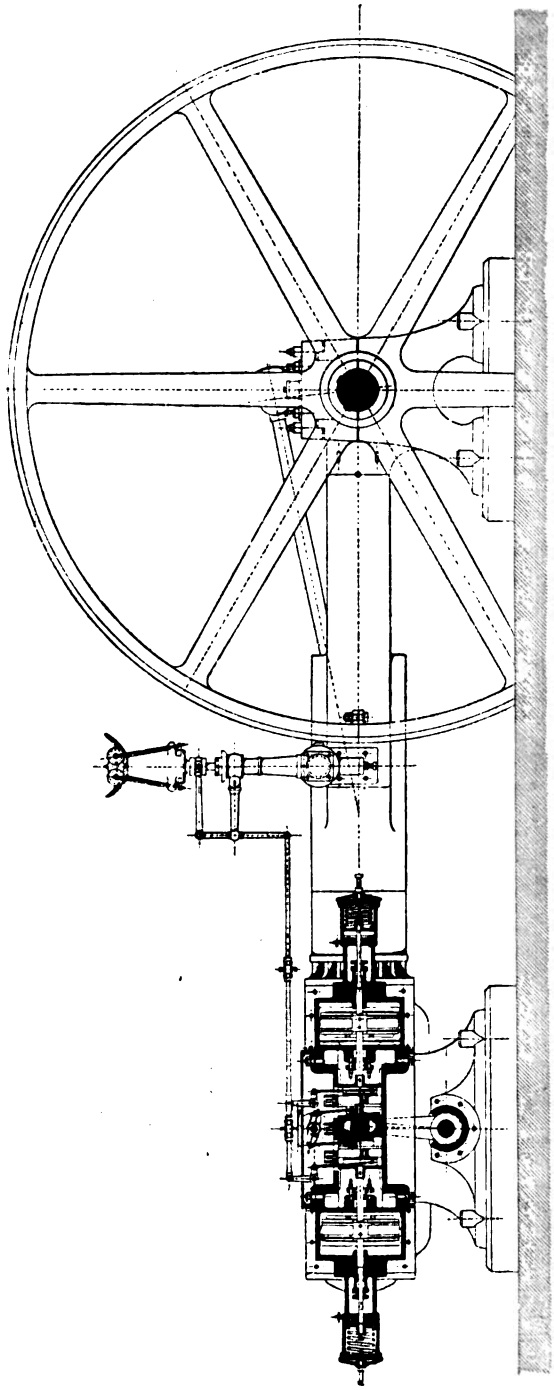


Fig. 28.

Theile das allergrösste Gewicht gelegt werden muss; diese Firma hat in eben dieser Richtung während der Ausstellung mit ihren Excenterscheiben Erfahrung gemacht. Die ursprünglichen Vasenöler wurden, dem Beispiele der in dieser Beziehung vollendet durchgebildeten Armington-Maschine folgend, durch schmale

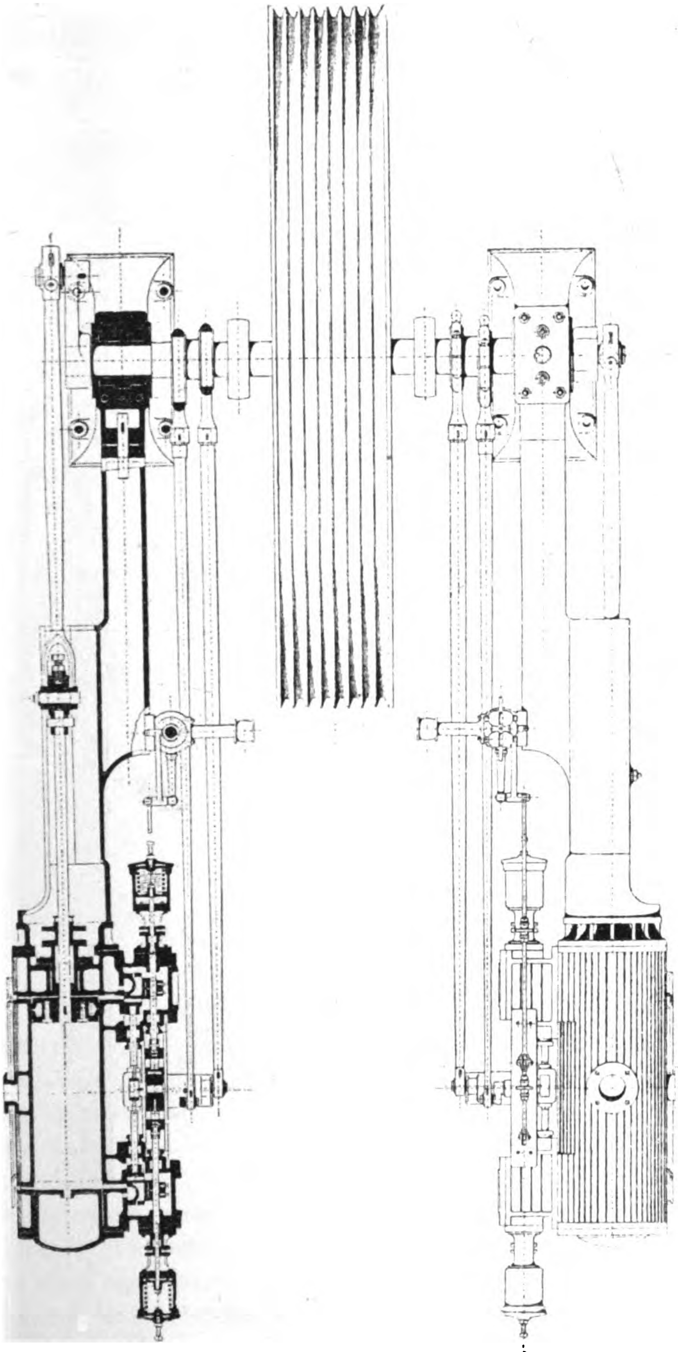


Fig. 29.

Oelrinnen ersetzt, welche in jeder Stellung das vom festen Oelgefässe in sichtbarer Weise zutropfende Oel dem Excenter zuführen.

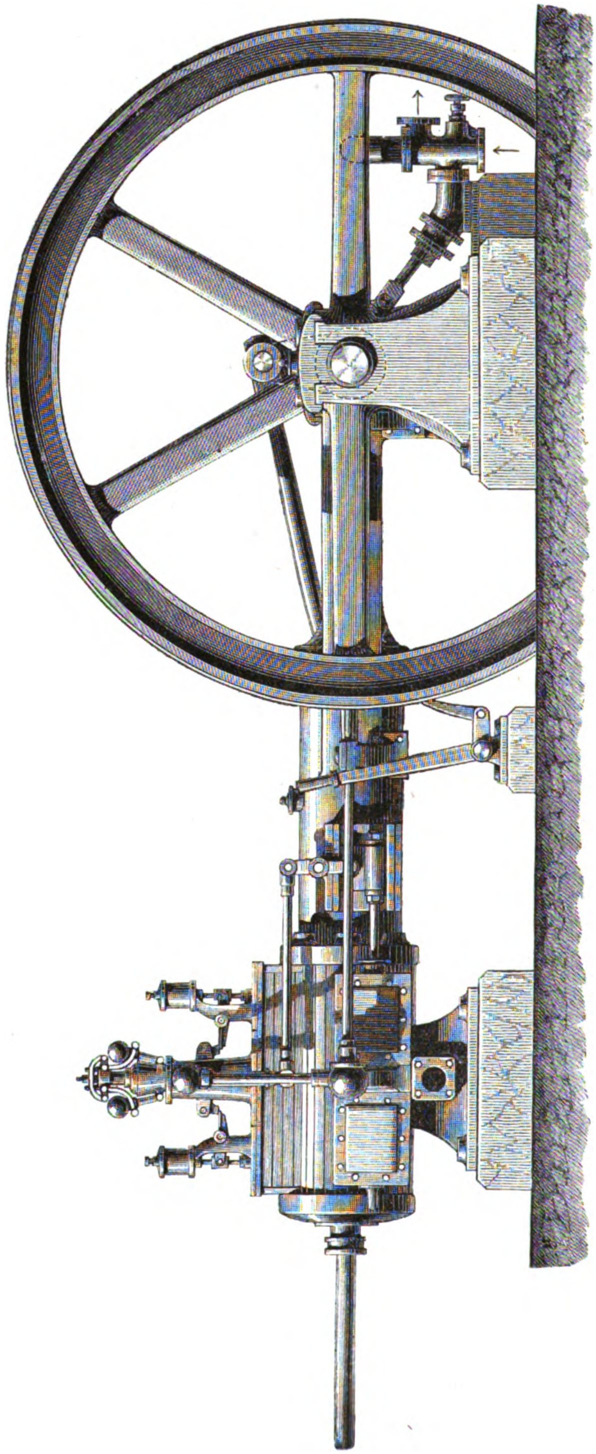


Fig. 30.

Diese Maschine übertrug mit zwei fliegenden, im Diameter 1·5 *m* messenden Riemenscheiben die Arbeit auf die Transmission zum Betriebe der Installation von Jablochkoff.

Eine nom. 50pferdige eincylindrige Maschine mit Collmann-Steuerung war von L. Láng aus Budapest zum Betriebe der Installation von Siemens & Halske aufgestellt. Es betrug der Cylinder-Diameter 0·4 *m*, der Kolbenhub 0·84 *m*, die Tourenzahl pro Minute circa 100. Der lange horizontale Bettbalken war am Ende der Gradführung, also ziemlich in der Mitte zwischen Cylinder und Kurbel, noch einmal gestützt, eine Anordnung, die eine äusserst solide Führung garantirt. Der Antrieb der Transmission erfolgte mittelst Hanfseilen.

Die Fürst Salm'sche Maschinenfabrik in Blansko stellte zwei ganz ähnliche Maschinen, die eine von 50, die andere von 30 Pferden nom. aus. Ihre Gesammtanordnung ist durch die Figuren 30 und 31 zur Anschauung gebracht. Die Steuerung war nach dem System Pröll als Präcisionssteuerung durchgeführt.

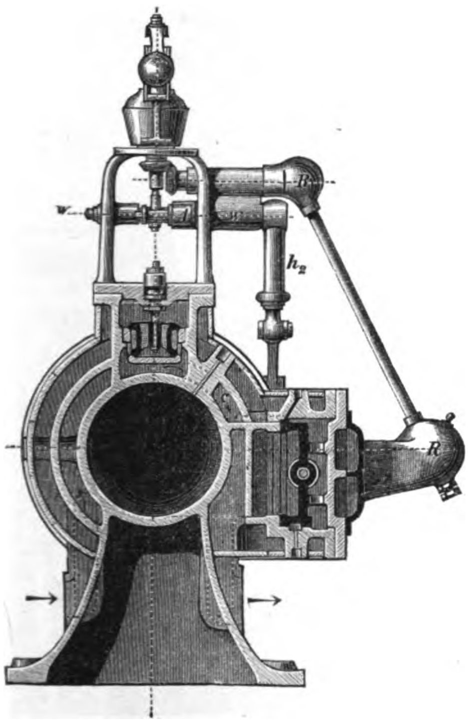


Fig. 31.

Diese Steuerung (Fig. 32), von der auch einige Varianten (Fig. 33 und 34) kalt ausgestellt waren, ist sehr einfach und functionirt präcise; sie erfordert einen ganz leichten Regulator, nachdem derselbe nur ganz geringfügige Widerstände zu überwinden hat. Es sind zwei Excenter vorhanden; durch das eine wird ein über die Cylindermitte gelegter Doppelhebel h_1 in Schwingungen versetzt, an dessen Enden, jederseits symmetrisch angeordnet, ein kleiner, von dem darüber befindlichen Regulator beeinflusster Winkelhebel k_1, k_2 sitzt, dessen kürzerer nach abwärts gerichteter breit gehaltener Schenkel, je nach seiner Stellung verschieden, bezüglich Hubhöhe und Zeit, das Einlassventil *v* commandirt. Ein zweites Excenter bedient die seitlich und tief am Cylinder angebrachten Auslassschieber. Der Regulator war in nicht sehr schöner Weise durch Wellen von der Achse der Maschine angetrieben. Die Wirkungsweise der Steuerung, unausgesetzt von dem Regulator beeinflusst, scheint mir, gerade für Dampfmaschinen zum Betriebe elektrischer Maschinen, zu empfindlich; zur Erreichung eines vollkommen gleichmässigen Ganges müsste diese Empfindlichkeit, etwa durch Anbringung eines regulirbaren Kataraktes, herabgestimmt werden, falls die elektrische Maschine die fortwährenden Spiele des Regulators nicht im vergrösserten Massstabe genau wiedergeben soll.

Die grosse Maschine hatte 0·35 *m* Bohrung und 0·875 *m* Hub; sie betrieb mittelst Riemen die Installation von Gravier. Die kleinere Maschine hatte 0·3 *m* Bohrung und 0·75 *m* Hub; sie diente tagsüber den Untersuchungen der wissenschaftlichen Commission und Abends der Installation von Bürgin & Crompton.

Es erübrigen noch einige Bemerkungen über den kalt ausgestellten Steuerungsapparat dieser Firma. Fig. 33 zeigt die Ansicht. Fig 34 einen Verticalschnitt durch denselben. Dieser Apparat hat den Zweck, bestehende Schiebermaschinen in solche mit Präcisionssteuerung umzuwandeln; er wird zu diesem Behufe auf dem Schieberkasten angebracht und der Hebel *T* (Fig. 34) mit einem geeignet justirten Excenter verbunden. Während der Vertheilungsschieber dann nur den Ein- und Auslass des Dampfes bestimmt, regulirt das vom Apparate bediente Expansions-

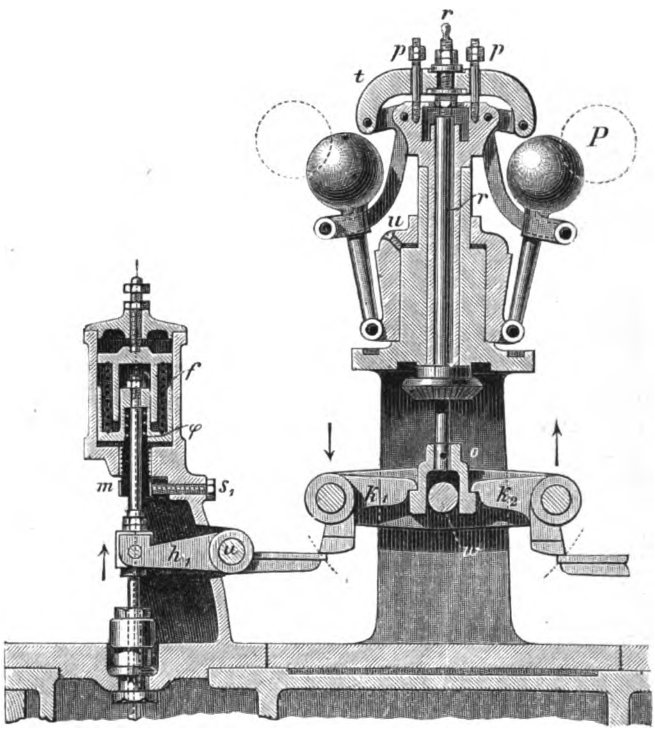


Fig. 32.

ventil *v* die Füllung. Es ist hier nur ein Ventil vorhanden, welches aber mittelst der Doppelhebel h_1, h_2 und den am schwingenden Hebel *A* angebrachten, vom Regulator beeinflussten Winkelhebel k_1, k_2, bei jeder Umdrehung der Maschine, für jede Cylinderseite einmal, zur Function gelangt. Eine auf der in Fig. 33 mit *u* bezeichneten Achse der Hebel h_1, h_2 befindliche Spiralfeder *m* besorgt. nach erfolgter Auslösung des Ventiles, dessen raschen Abschluss; der mittelst der Schraube *s* regulirbare Luftpuffer *l* verhindert das harte Aufschlagen des Ventiles auf seinen Sitz.

Corliss-Maschinen waren von zwei Firmen zur Ausstellung gebracht. E. Škoda, Maschinenfabrik in Pilsen, war durch seine, seit neuerer Zeit gebaute Variante Wellner vertreten. Die Maschine hatte 0·37 *m* Cylinderbohrung, 0·79 *m*

Kolbenhub und lief mit 100 Touren pro Minute, die Installation von Piette und Křižik betreibend.

Cylinder und Deckel besassen Dampfmäntel und eine Mantelpumpe drainirte dieselben. Der schädliche Raum war minimal. Der Cylinder ruhte mit einem kurzen, aber weit ausladenden Fusse auf einem gegossenen Sockel und war direct mit dem beiderseits offenen, kräftig versteiften bajonnetteförmigen Balken ver-

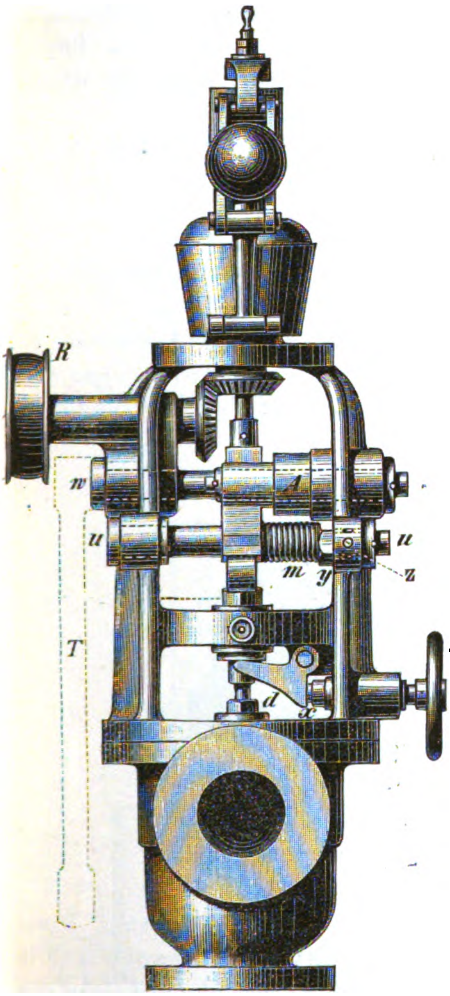


Fig. 33.

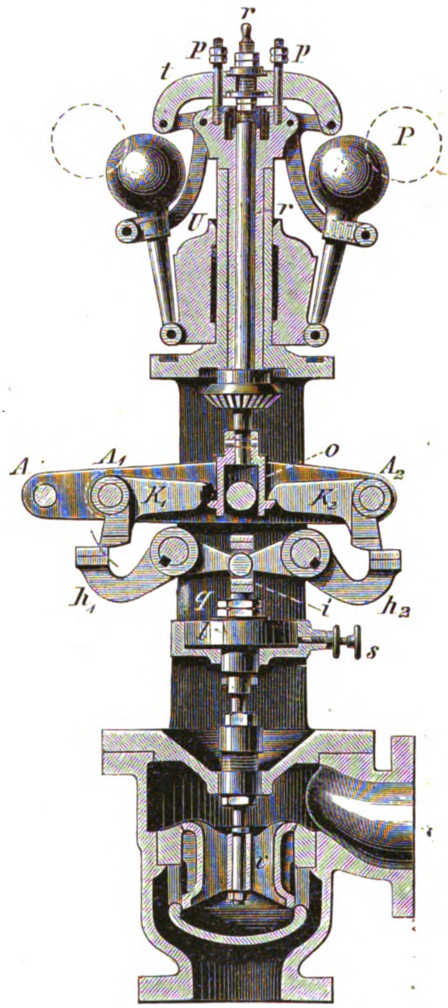


Fig. 34.

schraubt, welcher sich mit M-förmigem Querschnitte zum Hauptlager fortsetzte. Dieser solide, aber nicht sehr schöne Bettbalken war längs der Geradführung in sehr breiter, in seiner Verlängerung aber in äusserst schmaler Basis, auf dem Fundamente gelagert.

Eine eigenthümliche Geschmacksverirrung zeigte diese Maschine in der Balancirung der Massen an der Kurbel. Diese setzte sich über die Nabe segment-

förmig fort, wie dies bei amerikanischen Schiffsmaschinen ausgeführt wird. Der Anblick dieses zweifellos ganz richtig berechneten Segmentes war geradezu verletzend. Der hohe Kreuzkopf hatte eine sehr geringe Auflagelänge. Die Maschine zeichnete sich durch äusserst gleichförmigen Gang aus.

Die Maschinenfabrik von Matthes & Wagner in Neustadt bei Magdeburg stellte eine Betriebsmaschine von 0·3 *m* Bohrung und 0·9 *m* Hub aus, die genau nach amerikanischem Modell von Corliss (neues System) gebaut war. Ich verweise diesbezüglich auf den officiellen Bericht über die Motoren der Weltausstellung in Philadelphia 1876, pag. 24. Die Maschine, welche der Installation von Bréguet motorische Kraft lieferte, war äusserst sorgfältig ausgeführt; auffallend schwach erschien die rein cylindrische Axe des Schwungrades.

Kleinere liegende Maschinen waren von E. S. Hindley aus Burton in England und A. Rack & Co. in Wien, erstere einfach und solide als 12pferdige letztere als 8pferdige Maschine construirt.

b) Maschinen, die ohne Zwischentransmission die Arbeit mittelst Riemen oder Seile auf die elektrische Maschine übertragen.

Hieher gehört eines der interessantesten Objecte der ganzen Ausstellung, die Armington-Maschine, weshalb es auch angezeigt sein dürfte, deren Construction etwas eingehender zu besprechen. Fig. 35 zeigt deren perspectivische Ansicht.

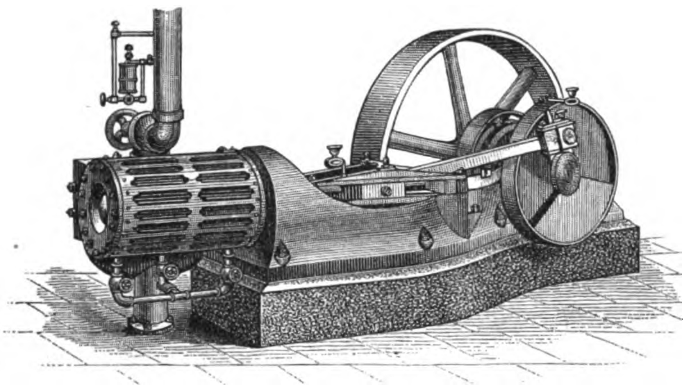


Fig. 35.

Diese amerikanische Maschine war in zwei Exemplaren vertreten, einmal von dem Vertreter der amerikanischen Firma Armington, George Wirth in London, eine Maschine von 0·241 *m* Diameter und 0·305 *m* Hub, und dann eine ganz ähnlich gebaute, von der Compagnie Continentale Edison in Paris beigestellte, von 0·216 *m* Bohrung und 0·254 *m* Hub. Beide Maschinen liefen mit 300—350 Touren pro Minute.

Ein äusserst kräftiges, solide versteiftes und gut gelagertes Bett (Fig. 36 und 37) trug den mit dem Schieberkasten aus einem Stücke gegossenen Dampfcylinder *A* freitragend, verschraubt; die sehr grossflächig gehaltenen Kurbellager waren daran angegossen. Die Dampfvertheilung findet in der folgenden Weise statt: der Dampf tritt in den Schieberkasten *B* (Fig. 38 und 39), wo er den mittleren

röhrenförmigen Theil des Ventils b umspült. Wenn sich das Ventil aus seiner mittleren (gezeichneten) Lage beispielsweise nach rechts bewegt, so tritt der Dampf aus dem Schieberkasten direct auf der rechten Seite in den vorderen Canal B_3, ausserdem aber hat er noch einen Zutritt zu demselben Canal von der linken Ventilseite durch

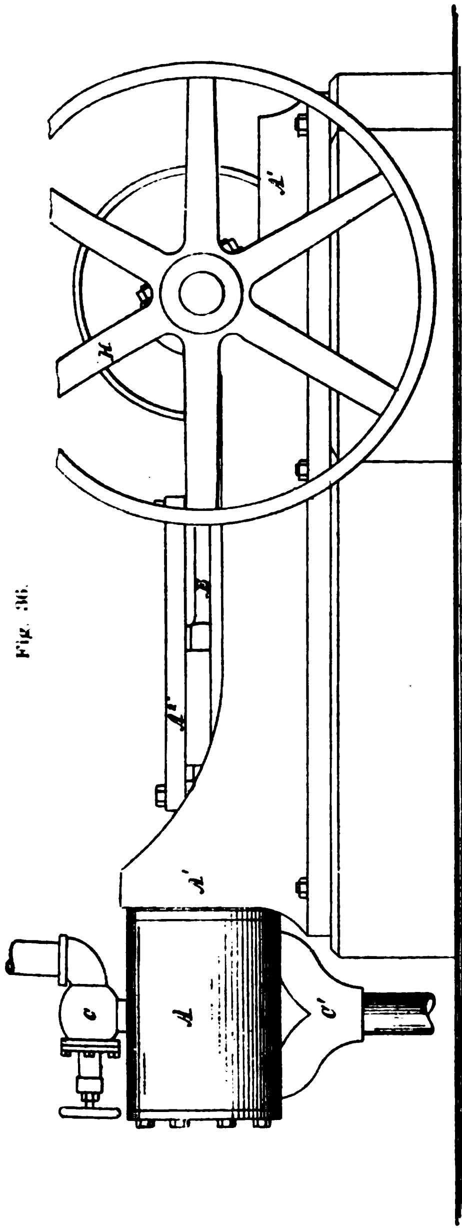


Fig. 36.

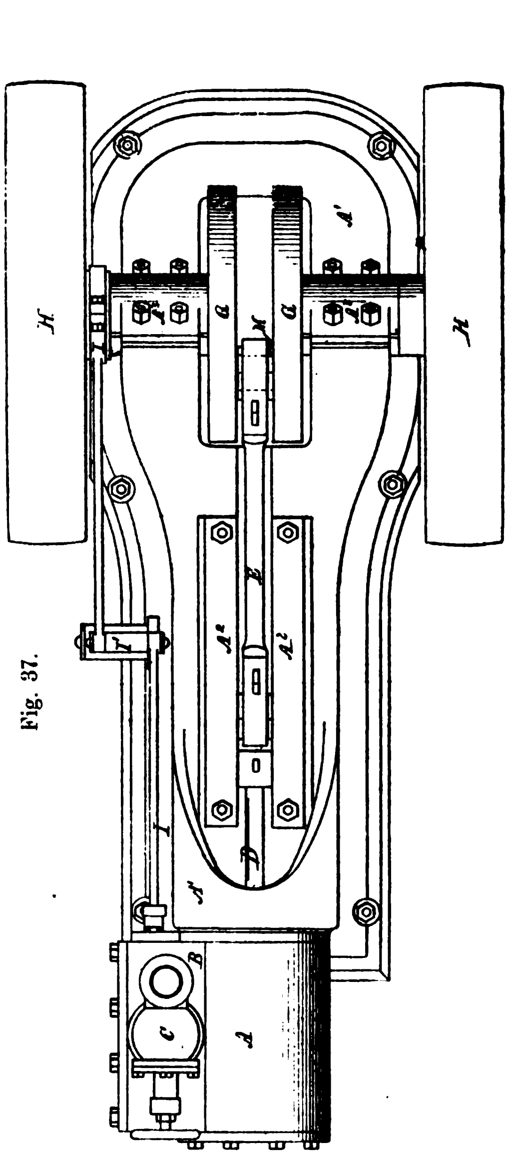


Fig. 37.

den nunmehr geöffneten Schlitz b_3 und den hohlen Ventilkolben. Es ist dadurch für sehr grosse Einströmungsquerschnitte gesorgt. Die Ausströmung auf der hinteren Cylinderseite erfolgt aber gleichfalls durch reichlich dimensionirte Querschnitte, sobald das linke Ende des Ventilkolbens b_2 den Canal B_3 aufdeckt

und mit der Ausströmung B_4 in Verbindung setzt. Die Lösung dieses Steuerventiles, mit Rücksicht auf Querschnitt und Temperatur, ist eine vollendete, setzt jedoch eine äusserst exacte Ausführung und äusserst vollkommene Abdichtung des den Einlassdampf vom Exhaustdampfe trennenden Kolbens b_2 voraus, weil sonst die Dampfverluste ganz enorme werden müssten.

Der Kreuzkopf besteht aus einem äusserst nieder gehaltenen U-förmigen Gusseisenblocke, dessen Schenkel jederseits in Linealen gerade geführt werden; zwischen den beiden Schenkeln ist der Stahlzapfen eingelassen und durch Stellringe und einen Verbindungsbolzen in solider Weise am Platze gehalten. Gegen dieses Detail könnte nur eingewendet werden, dass, im Falle einer nöthig werdenden Reparatur, die Herausnahme des Zapfens einige Schwierigkeit verursachen dürfte.

Ein weiteres interessantes Detail bildete der automatische Regulator (Fig. 40 und 41). Derselbe befindet sich in der Schwungscheibe H auf der Seite der Steuerung und ist mit dem Excenter in directe Verbindung gebracht. Auf der Welle L sitzt

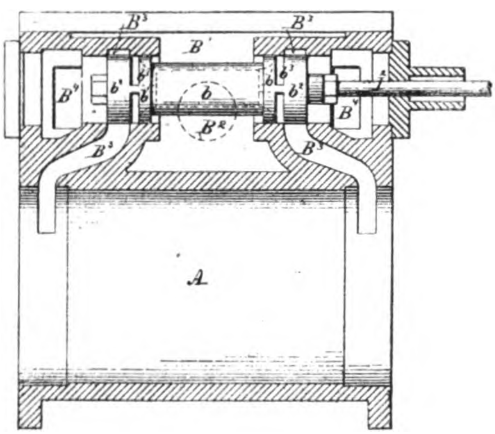


Fig. 38.

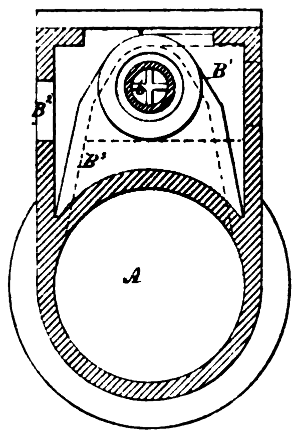


Fig. 39.

eine lose Excenterscheibe l, auf dieser eine zweite Excenterscheibe I, die gleichfalls lose ist. Auf der Scheibe I ist der das Steuerventil bedienende Excenterring angebracht. Je nachdem nun die beiden Scheiben l und I relativ verstellt, respective ihre Voreilungswinkel verändert werden, variirt die für das Ventil massgebende resultirende Gesammtexcentricität zwischen gewissen Grenzen. Damit aber durch eine verhältnissmässig kleine Einzelnverschiebung jeder Excenterscheibe die totale Excentricität stark verändert werde, bewegen sich die Scheiben stets im entgegengesetzten Sinne, so dass, wenn die eine durch den Regulator im Sinne des Uhrzeigers relativ zu den übrigen rotirenden Theilen verstellt wird, die andere Scheibe in entgegengesetzter Richtung eine Verdrehung erfährt. Diese Verstellung erfolgt automatisch durch zwei schwere Segmente k', k', welche am Schwungrade in der Nähe der Peripherie in dem diametral gestellten Zapfen kk einseitig hängen und mit den nur auf Druck beanspruchten, im Schwungrade untergebrachten Spiralfedern k_2, k_2 verbunden sind. Diese Federn sind für bestimmte Tourenzahlen regulirt, und stellen sich jederzeit bezüglich ihrer Spannung mit der wirksamen

Centrifugalkraft in das Gleichgewicht. Die Excenterscheibe *l* ist mittelst seitlicher Ansätze und der Bügel l', l' mit den Segmenten k', k' verbunden. Die Excenterscheibe *I* ist in gleicher Weise mittelst des Bügels l_2 mit denselben Segmenten k' verbunden, nur liegen die Bügel l' und l_2 jedes Segmentes auf verschiedener Seite der Welle, so dass bei einer Rechtsdrehung der Scheibe *l* (Auseinandergehen der Segmente) gleichzeitig die Scheibe *I* eine Linksdrehung erfährt.

Die Steuerung und Regulirung functionirte ausserordentlich exact, setzt aber ausgezeichnete Ausführung und die Verwendung vorzüglicher Federn voraus. Vor einigen Jahren wurde hier eine in den Conturen an die beschriebene Einrich-

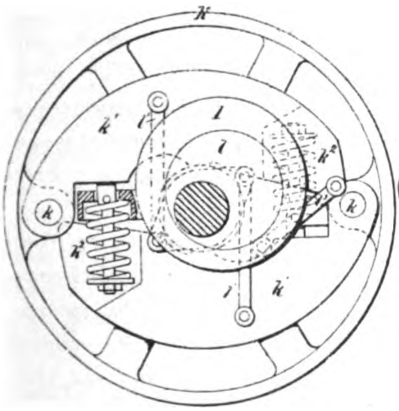


Fig. 40.

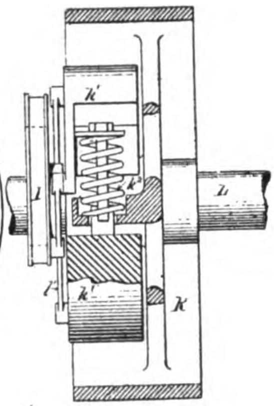


Fig. 41.

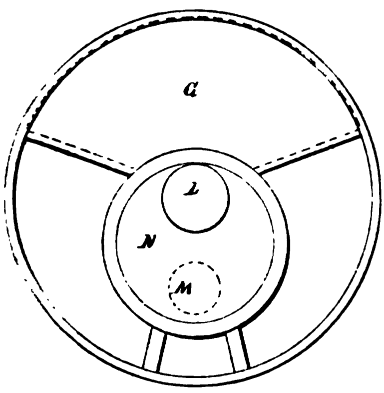


Fig. 42.

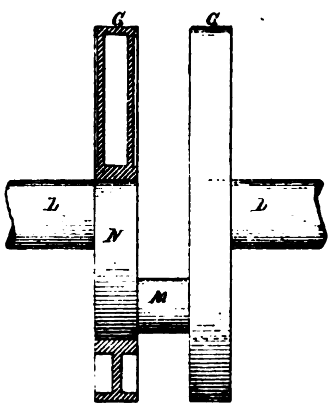


Fig. 43.

tung erinnernde Steuerung von Friedrich wiederholt ausgeführt; dabei konnte man die Erfahrung machen, dass es nicht so leicht ist, mit derselben, respective ihren Federn, auszukommen.

Die Welle *L* (Fig. 42 und 43) ist aus Gussstahl hergestellt und trägt in ihrer Mitte den Kurbelzapfen *M*; die Kurbelarme *N* sind nicht in gewöhnlicher Weise, sondern in Form von Excenterscheiben ausgebildet, auf denen die den Einfluss der bewegten Massen equilibrirenden Balancescheiben *G* befestigt sind. Letztere sind derart excentrisch gebohrt, dass sie montirt mit der Welle genau centrisch laufen.

Eine ganz besondere Sorgfalt war bei dieser Maschine auf eine ausgiebige, sicher functionirende und doch ökonomische Schmierung verwendet. Jeder Tropfen Oel, der den einzelnen gleitenden Theilen zugeführt wurde, konnte gesehen, controlirt und regulirt werden. So war in dem Einströmrohre eine auf dem Condensations-Principe beruhende, regulirbare Schmiervase angebracht, welche jeden Tropfen Oel durch ein Glasröhrchen fallen liess, ehe er zur Maschine gelangte. Die Geradführung und die Kurbelzapfen waren mit Abstreif-Schmiervorrichtungen versehen, bei denen gleichfalls ein jeder, dem Oelreservoir entfallende Tropfen sichtbar war. Dasselbe gilt von der Vorrichtung zum Schmieren der Excenter.

Ich habe selten eine solider construirte und besser ausgeführte, mit allen Feinheiten versehene Maschine, wie die von Armington gesehen. Ich hatte Gelegenheit, dieselbe in theilweise zerlegtem Zustande, gelegentlich ihrer Demontirung. eingehend zu untersuchen und habe durchaus keine nennenswerthe Abnützung gefunden, trotzdem sie vom Beginne der Ausstellung an ununterbrochen im Betriebe war. Ueber die Dampfökonomie wird die Untersuchung der wissenschaftlichen Commission Aufschluss geben.

Eine principielle Frage bleibt es vorläufig freilich, ob es überhaupt zweckmässig und rationell ist, so rasch laufende Motoren zu verwenden. Das, was am Gewichte der einzelnen Theile gespart wird, muss, mit Rücksicht auf den überaus schnellen Gang und die damit im Zusammenhange stehenden Einflüsse aller Theile, reichlich zugesetzt werden. Ganz unmotivirt scheint mir aber die Verwendung dieser Maschine, wenn, wie dies bei der Installation der grösseren, 50pferdigen Type der Fall war, der Vortheil eines möglichst directen Antriebes elektrischer Maschinen nicht ausgenützt wird, und der Motor, mit einer nahezu der eigenen ganz gleichen Tourenzahl, erst eine Zwischentransmission bewegt. Die Arbeit des kleineren, 35pferdigen Motors wurde von jeder seiner beiden fliegend angebrachten Scheiben auf Edison-Maschinen übertragen. Von diesem Motor sollen in Amerika gegen 200, in Europa gegen 20 für Beleuchtungszwecke im Betriebe sein.

Beim Studium dieser Maschine habe ich mir wiederholt die Frage vorgelegt, ob unsere Maschinenfabriken im Allgemeinen wohl in der Lage wären, dieselbe in ähnlicher Vollendung herzustellen; ich glaube meiner Ueberzeugung dahin Ausdruck geben zu sollen, dass nur ganz wenige unserer österreichischen Etablissements heute eine so vollendet präcise Arbeit liefern können. Ich suche den Grund nicht allein in den Werkzeugsmaschinen, die zu diesen Arbeiten selbst möglichst vollkommen sein müssen, wie es beispielsweise die von Heilmann, Ducommun & Steinlen ausgestellten waren, als vielmehr in den Verhältnissen unseres Maschinenmarktes und unserer Werkstättenpraxis. Einestheils drückt die Concurrenz die Preise und verhindert, wie man dies wenigstens so häufig hören muss, jedem auszuführenden Theile die erforderliche Aufmerksamkeit zu widmen, um in technischer Richtung die möglichst grösste Vollkommenheit zu erreichen; anderntheils aber ist unser Arbeiterstand, ich betone es: mit anerkennenswerthen Ausnahmen, heute gar nicht fähig, so präcise zu arbeiten, weil es von ihm nicht ununterbrochen und strenge gefordert wird und weil ihm in der Regel die lebendige Anschauung des technisch Vollendeten, das Vorbild, fehlt.

Im wohlverstandenen Interesse unseres Gewerbes und der heimischen Industrie musste dieser Umstand hier besonders hervorgehoben werden; denn nicht die schleuderhafte unexacte Arbeit ermöglicht auf die Dauer eine erfolgreiche Concurrenz: nur durch präcise, exacte Ausführung und die strengste Disciplin in der Werkstätte vermag man dieses anzustrebende Ziel zu erreichen. Die genaue Arbeit kostet, wir sehen es in zahlreichen Fällen, in der Durchführung nicht mehr, als die zu fortwährenden Reclamationen seitens des Bestellers Veranlassung gebende, ungenaue Arbeit. Es ist ein Vorurtheil vieler unserer Fabrikanten, grösstentheils in nicht richtiger Auffassung der wahren Verhältnisse gezeitigt, dass die technisch vollendetste Ausführung nicht ebenso im Interesse des Verkäufers als des Käufers liege.

Aus diesen Gründen begrüsse auch ich die Errichtung der dritten Section des von unserem Vereine gegründeten Technologischen Gewerbemuseums auf das Freudigste. Diese Section wird dem strebsamen Arbeiter Gelegenheit geben, das Allerbeste zu sehen, an dem Gesehenen zu lernen, wie nicht minder den Wunsch in ihm rege machen, dem guten Vorbilde nachzustreben; sie wird, wie es diese Anstalt in anderer Richtung bereits gethan hat, tüchtige, verlässliche Arbeiter schaffen und so in wirksamster Weise, unterstützt von der Einsicht und dem guten Willen unserer Arbeitgeber, auf die österreichischen Erzeugnisse veredelnd einwirken.

Zum Betriebe von elektrischen Einzelnmaschinen der Firma Ganz & Co. hatte John & Henry Gwynne in London drei verticale, hammerförmig aufgestellte Dampfmaschinen, genannt „Invincible", ausgestellt. Die grösste derselben arbeitete, als Woolf-Maschine angeordnet, mit einer einzigen Kurbel. Sie war ganz nach dem Modelle einer Schiffsmaschine ausgebildet. Auf der Ausstellung lief sie, der zu betreibenden Dynamomaschine wegen, nur mit 400—500 Touren. Ihre normale Tourenzahl sollte 750 betragen. Die beiden Cylinder, von 101·6 *mm* kleinem, 152·4 *mm* grossem Diameter, mit 152·4 *mm* Kolbenhub, ruhten auf dem solide ausgebildeten Ständer, der nach vorne mittelst einer kräftigen, geschmiedeten Strebe gegen den Fuss der Maschine noch einmal abgesteift war. Jeder Cylinder wurde von einem Excenter gesteuert. Der Regulator wirkte auf Drosselung des Dampfes. Auch bei dieser Maschine war der Oelung der gleitenden Theile grosse Aufmerksamkeit zugewendet; so wurde beispielsweise der Kurbelzapfen durch die gebohrte Welle von deren Stirnseite aus geschmiert, für Geradführung, Kreuzkopf und Cylinder war eine Centralschmierung angeordnet. Die Maschine lief tadellos und zeigte eine sehr exacte Ausführung.

Eine zweite, kleinere, eincylindrige Maschine ganz ähnlicher Construction und Ausführung übertrug mittelst Seiltriebes die Arbeit auf eine Dynamomaschine. Eine ganz kleine Maschine derselben Type betrieb direct eine Wechselstromgarnitur für Schiffsbeleuchtungszwecke.

Unter den Ausstellungsobjecten von Siemens & Halske befand sich eine schön gearbeitete, schnellgehende Wand-Dampfmaschine, die jedoch nur ausnahmsweise in Bewegung war.

c) Maschinen mit sehr hoher Tourenzahl, die zum directen Betriebe elektrischer Maschinen dienen.

α) Mehrcylindrige Radialmaschinen.

Nebst den in der vorigen Gruppe besprochenen Maschinen von Gwynne, mit denen directer Antrieb möglich ist, rangiren zwei Motoren in diese Gruppe.

Die Dreicylinder-Maschinen von Brotherhood in bekannter Construction, war von Brückner, Ross & Cons. zur Ausstellung gelangt und wurde zum Betriebe von Gramme-Maschinen verwendet. Ausserdem wurde gegen Schluss der Ausstellung eine nom. 20pferdige Maschine gleicher Construction für die commissionelle Untersuchung beigestellt. In Folge des gedrungenen Baues wird sich dieser Motor recht gut zum Betriebe elektrischer Maschinen eignen, wo die Frage des

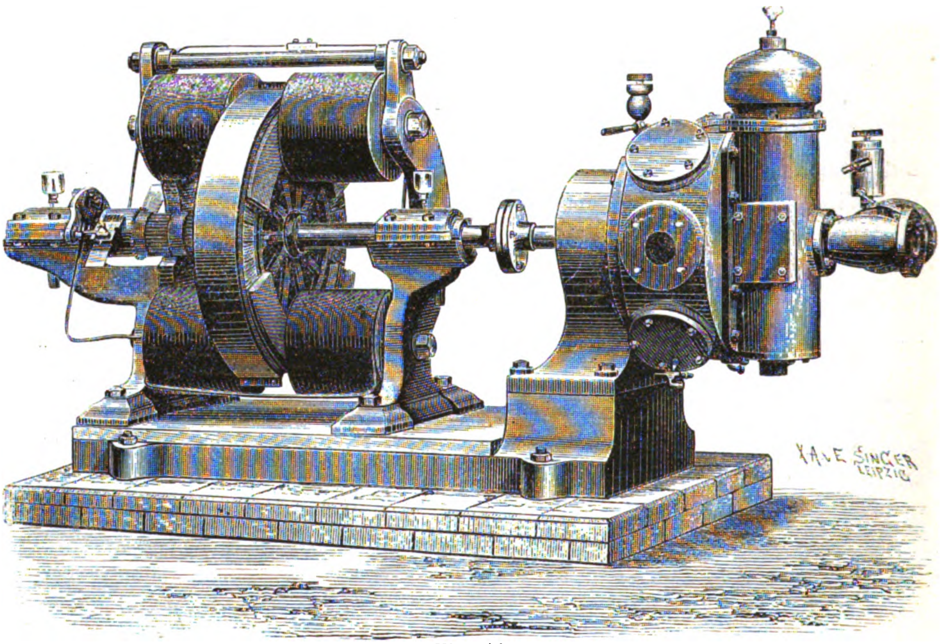


Fig. 44.

Raumes eine grosse, jene der Oekonomie des Dampfes hingegen absolut keine oder doch nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Sautter, Lemonnier & Co. in Paris hatten gleichfalls mehrere Brotherhood-Maschinen ausgestellt; unter anderem an den bereits erwähnten Beleuchtungswagen der französischen Landarmee. (Fig. 27.)

Unter den äusserst schönen Objecten von S. Schuckert in Nürnberg befand sich, in mehreren Grössen ausgeführt, ein neuer viercylindriger Motor, ausgeführt von Messthaler & Co. in Nürnberg, nach dem System Abraham. Diese Maschine, im Jahrgange 1883 des Centralblattes für Elektrotechnik eingehend beschrieben, ist in den Figuren 44—48 veranschaulicht.

An einem Kurbelzapfen (Fig. 45) wirken die Schubstangen von vier unter 90° radial gestellten Plungerkolben. Zwischen den 4 Cylindern sind Räume *a* für

frischen Dampf angebracht; die Cylinder sind einfach wirkend, ihre Kolben immer nur von aussen belastet. Die Kolbenschubstangen sind an dem Kurbelzapfen mittelst Ringen derart gehalten, dass sie sich ohne Zwang verstellen können. Neben den

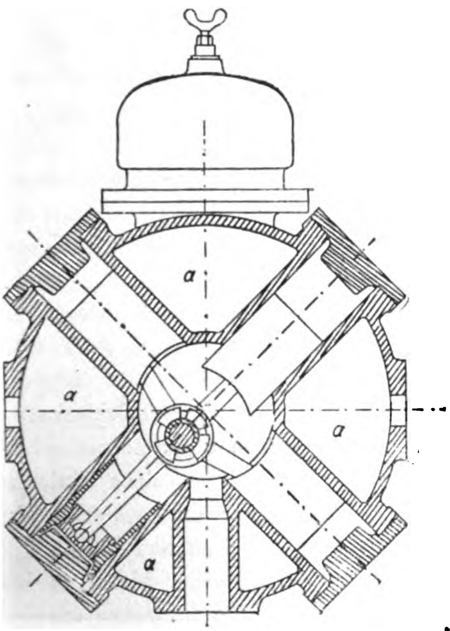


Fig. 45.

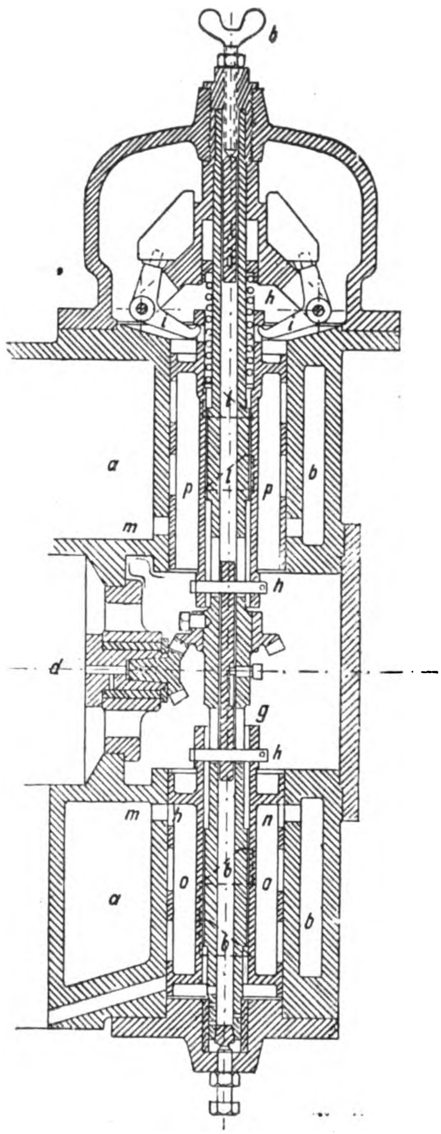


Fig. 46.

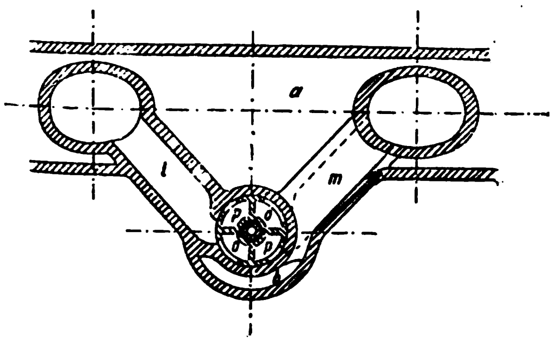


Fig. 47.

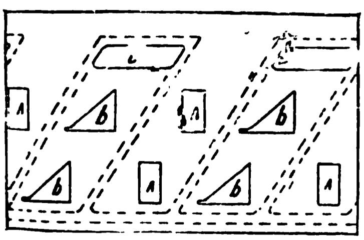


Fig. 48.

Cylindern im gleichen Gussstücke befindet sich der dampfgeheizte Steuerkasten: in Fig. 46 im Verticalschnitte dargestellt.

Durch die centrale Achse der Maschine wird mit auf die Hälfte reducirter Tourenzahl die vertical gestellte, hohle Steuerspindel in Umdrehung versetzt. Dieselbe nimmt bei ihrer Rotation zwei cylindrische Drehschieber derart mit, dass deren axiale Verschiebung durch den darüber in einem geschlossenen Gehäuse placirten Centrifugalregulator ermöglicht ist.

Eine über dem oberen Schieber angebrachte, von aussen leicht regulirbare Spiralfeder gestattet die Wirkung des Gewichtes der beiden Schieber auf den Regulator zu modificiren. Jeder dieser beiden Drehschieber bedient die zwei in seiner Nähe gelegenen Cylinder, er ist mittelst vier spiralförmiger Kreuzrippen in vier Kammern (Fig. 47) *o*, *o*, *p*, *p*, getheilt, von denen zwei diametrale stets mit dem Dampfmantel der Cylinder *a* in Verbindung stehen, während die beiden anderen der Ausströmung dienen.

Die Dampfcanäle sind an der Seite des Steuercylinders in Form rechtwinkeliger Dreiecke mit verticaler Kathete ausgebildet und liegen, in ihrer Höhenlage versetzt, diametral gegenüber. In jedem Schieber sind, weil derselbe mit der halben Tourenzahl der Maschine rotirt, für jeden Cylinder diametral zwei Dreiecksöffnungen angeordnet; der Form nach gleichen sie den Oeffnungen des Steuercylinders, sind aber etwas kleiner als diese. Es sind somit im Ganzen vier solche Einlassschlitze (Fig. 48) vorhanden; unter 90° versetzt stehen die rechteckigen Auslassöffnungen. Die Schieber sind auf diese Weise vollkommen symmetrisch und demzufolge auch bezüglich des Dampfdruckes entlastet. Um das Anlaufen der Maschine leicht zu ermöglichen, sind die dreieckigen Einlassöffnungen im Drehschieber ausgeschlitzt, so dass für diesen Fall während $^2/_3$ des Kolbenweges Dampfeinströmung stattfinden kann.

Die Wirkungsweise des Regulators besteht nun darin, dass derselbe durch Heben oder Senken der Steuerschieber seine dreieckigen Einlassöffnungen gegenüber den gleichgeformten, feststehenden Oeffnungen des Schiebergehäuses derart vorschiebt, dass die Voreinströmung constant bleibt, während durch das Heben, resp. Senken des Dreieckes, dessen Hypothenuse den Abschluss, also die Expansion der Maschine früher oder später einleitet. Diese Steuerung ist sehr sinnreich und einfach, setzt aber ungemein exacte Arbeit und vorzügliche Dichtung der Drehschieber voraus, wenn die Maschine nicht einen grossen Dampfverbrauch haben soll. Dass der frische Dampf im Schieber den Auspuffdampf während seiner Ausströmung heizt, halte ich für ein verfehltes Detail, das aber gewiss leicht befriedigend gelöst werden kann. In dieser Beziehung ist der Steuerschieber der Armington-Maschine richtiger durchgebildet.

Zweifelsohne ist das Bedürfnis nach Motoren dieser Grüppe ein nicht geringes; leider aber, ich habe dies bereits oben erwähnt, ist ihr Dampfverbrauch heute noch ein viel zu grosser, um selbst bei der vorzüglichen Ausführung speciell dieser Abraham-Motoren, die Frage der direct wirkenden Maschinen auch nur halbwegs als gelöst betrachten zu können. Jedenfalls ist durch den Abraham-Motor, welcher, Dank seiner guten Ausführung, sehr ruhig und regelmässig lief, in der anzustrebenden Richtung ein sehr bedeutender Schritt nach vorwärts gethan.

β) Rotirende Dampfmaschinen.

Diese Maschinen waren in folgender Weise vertreten: The Thames Iron Works and Shipbuilding Company Limited in London hatten einen Hodson-Motor, Siemens & Halske zwei Motoren, u. z. System Dolgoruki und System Whitehead, Rudolf Stummer v. Traunfels und J. Krämer in Wien einen solchen System König und endlich noch Franz Josef Zifferer in Wien einen neuen Motor ausgestellt.

Die Hodson-Maschine ist eigentlich ein gekuppelter Motor: auf der Rotationsaxe sitzen excentrisch zwei um 180° versetzte, in der Mitte durch ein Diaphragma getrennte, elliptische Kolben. Eine Längslamelle in jedem Kolben besorgt die peripherische Dichtung: ein zweiter Abschluss, zur Bildung zweier getrennter Räume im Cylinder, wird durch eine im oberen Theile des Cylinders angebrachte Pendellamelle hergestellt. Dadurch wird ein Arbeits- und ein Exhaustraum gebildet. Ein von der rotirenden Maschinenwelle in Schwingung versetzter Schieber besorgt die Dampfvertheilung. Der Regulator wirkt auf Drosselung. Dieser Motor ist somit bezüglich seiner Steuerung ganz rationell eingerichtet: er arbeitet mit Expansion.

Der Motor von Zifferer arbeitet ohne Steuerung; es sitzen, wie ich aus den mir gemachten Andeutungen entnehme, in dem excentrischen Kolben drei unter 120° gegenseitig verstellte Dichtungsfedern, welche im Cylinder eben so viele, von einander getrennte Räume bilden, von denen einer immer mit der Einströmung, ein anderer immer mit der Ausströmung in Verbindung steht, während in dem dritten Expansion zuweilen, wohl auch Compression eintreten dürfte.

Die Einrichtung der anderen hieher gehörigen Motoren ist mir unbekannt geblieben. Soweit ich Gelegenheit hatte, diese rotirenden Motoren überhaupt kennen zu lernen, kann ich mein Urtheil wohl nur dahin zusammenfassen, dass ich dieselben im Betrieb für äusserst unökonomisch halte und sie geradezu als Dampffresser characterisiren möchte; nur ganz specielle Betriebs- und Installationszwecke können heute deren Verwendung rechtfertigen.

d) Diverse Systeme von Dampfmaschinen.

H. C. Hoffmeister in Wien stellte zwei Motoren mit „eigenthümlicher Dampferzeugung“ und Condensation aus, und zwar einen kleineren mit stehendem und einen grösseren mit liegendem Cylinder.

Der Motor ruht auf einem aus parallelen Wänden gebildeten, äusserst niederen Kessel, in dessen Bodenplatte in mehreren versetzten Reihen Circulations-Siederohre angebracht sind, welche direct in den Feuerraum hineinragen. Die parallelen Kesselwände sind mit Stehbolzen versteift und mittelst einer Winkelflansche mit einander verschraubt. Der Wasserinhalt des Kessels ist ein ungemein kleiner. Eine Membrane soll, je nachdem der Dampfdruck wächst oder fällt, automatisch die Feuerthüre und die Aschenklappe reguliren. Die Maschine als solche bietet nichts Neues; der Abdampf wird in einem Oberflächen-Condensator niedergeschlagen und mit dem, direct dem Condensator entnommenen Kühlwasser, zur Speisung

4

verwendet Ich würde diese ganze Anordnung für eine gute halten, wenn der flachwandige Generator in constructiver Weise durch irgend eine rationelle Kesselform ersetzt wäre Der in Rede stehende Kessel dürfte sowol in der Herstellung, als im Betriebe theuer werden.

Wenngleich für das Dichthalten der Siederohre durch die gebogene Form derselben gesorgt ist, so wird doch der geringste Defect nahezu die Demontirung der ganzen Maschine und des Kessels bedingen. Die den Siederohren gegebene Form macht eine Reinigung derselben, selbst bei vollständig abgehobenem Oberkessel, ganz unmöglich; freilich liesse sich entgegnen, dass für diese Rohre eine Reinigung überflüssig sei, nachdem in Folge der hohen Geschwindigkeit des Wassers in den Rohren, zumal mit Berücksichtigung des verwendeten reinen Wassers, ein Niederschlag nicht eintreten werde; dennoch wird dies aber mit der Zeit der Fall sein. Die ebene Wandung des Kessels ist die denkbar unglücklichste Form, die man derselben geben konnte. Es sieht bestechend aus, dass der Motor direct auf dem Kessel placirt ist; aber hiebei darf nicht übersehen werden, dass auch alle Erschütterungen desselben auf die Kesselfläche übertragen werden.

Der geringe Wasserinhalt des Kessels entrückt denselben freilich manchen Gesetzesbestimmungen, die für höheren Wasserinhalt Geltung haben. Es ist aber hinlänglich bekannt, dass der Wasservorrath im Kessel nicht als überflüssige Masse aufgefasst werden darf, sondern dass er vielmehr den besten Regulator für die regelmässige Dampferzeugung bildet und diese letztere ist für jede Dampfmaschine, zumal wenn sie elektrischen Zwecken dienen soll, eine Grundbedingung. Der Kessel soll in die Kategorie der sogenannten explosionssicheren Kessel rangiren. Nach dieser Richtung, beispielsweise für den 16pferdigen Motor, eine Verantwortung zu übernehmen, scheint mir gewagt. Für ganz kleine Ausführungen und sehr reducirte Leistungen des Motors wird dieses System gewiss recht gut Verwendung finden können; und dabei sollte es sein Bewenden haben. Bei grösseren, mehr Kraft beanspruchenden Anlagen könnte ich auf die Verwendung dieses Motors, hauptsächlich mit Rücksicht auf die geringe Dimensionirung des Kessels, nicht einrathen. Jedenfalls verdient aber das Streben, bei den kleinen Motoren Condensation einzuführen, um möglichst ökonomisch zu arbeiten, volle Anerkennung.

Eine 6pferdige verticale Luftdampfmaschine stellte Julius Hock & Co. in Wien aus. Diese Maschine besitzt einen geschlossenen Feuerherd, unter dessen Rost comprimirte Luft zugeführt wird. Ueber dem Roste wird in die Verbrennungsgase durch eine Pumpe eine regulirbare Menge von Wasser eingespritzt und auf diese Weise ein Gemenge erzeugt, welches Hock Luftdampf nennt. Dieser Luftdampf strömt, durch Ventilsteuerung regulirt, nach einem einseitig wirkenden Cylinder und gibt seine Arbeit auf einen sehr hohen Kolben ab, der starr mit dem Kolben der über dem Arbeits-Cylinder situirten Luftpumpe verbunden ist. Die Beschickung des Ofens geschieht mittelst eines mit doppeltem Abschlusse versehenen Fülltrichters. Der Zutritt der comprimirten Luft ist regulirbar. Hock selbst gibt an, dass die ausgestellte Maschine keineswegs als Muster für die Ausführung, sondern lediglich nur zur Erläuterung des Principes zu dienen hatte. Aus diesem Grunde konnte hier auch, ohne auf Details einzugehen, nur in dieser Richtung die Wirkungsweise dieses Motors angedeutet werden.

Ich zweifle nicht, dass diese Motoren, bezüglich des Brennmaterialverbrauches, in ökonomischer Weise arbeiten können; nachdem aber hier gar kein Wasserraum vorhanden ist, so behält das bei Hoffmeister bezüglich des kleinen Wasserraumes Gesagte bei diesem Motor in noch erhöhtem Masse Geltung. Freilich ist hier der Dampf nur im Vereine mit Luft, sozusagen secundär, verwendet, und spielt nicht die Rolle, wie dies vorher der Fall war; aber auch der Vorrath an Luft ist ein geringer und deshalb dürfte es schwer halten, auf die Dauer einen Beharrungszustand zu erreichen. Diesem Mangel könnte wohl leicht durch Anbringung eines Windkessels als Regulator begegnet werden. — Eine andere Frage bleibt die, ob es zweckmässig ist, wie es hier geschieht, die Verbrennungsproducte direct in den Arbeits-Cylinder einzuführen. Der kurze Betrieb der schwach belasteten Maschine während der Abendstunden der Ausstellung konnte auf diese Frage keine entscheidende Antwort ertheilen.

Dieses Princip scheint zweifelsohne sehr ausbildungsfähig zu sein, sowie auch wichtig, um weiter verfolgt zu werden; zur Zeit ist es eben in vielen Punkten noch lückenhaft und praktisch unvollendet.

Bei der Eintheilung, die vorstehend bezüglich der Motoren getroffen wurde, konnte die für einen ganz speciellen Zweck gebaute Maschine der Prager Maschinenbau-Actien-Gesellschaft, vormals Ruston & Co. in Prag nicht unter die übrigen Gross-Dampfmaschinen eingereiht werden. Sie möge hier, last not least, Erwähnung finden.

Die grosse Mechwart-Lichtmaschine der Firma Ganz & Co. bot, wie bereits erwähnt, die Eigenthümlichkeit, dass, bei relativ mässiger Tourenzahl, die für die elektrische Maschine erforderliche Geschwindigkeit durch die in bedeutenden Radien, also mit grosser Umfangsgeschwindigkeit, bewegten Inductoren erreicht wurde. Den schweren rotirenden Theil der Lichtmaschine bildet das Schwungrad der hier in Rede stehenden Dampfmaschine. Dieselbe war nach Compound-Receiver-System mit 0·92 *m* kleiner, 0·44 *m* grosser Cylinderbohrung, bei 0·44 *m* gemeinschaftlichem Hube ausgeführt. Die Anordnung war, wie dies aus Fig. 49 ersichtlich ist, vertical und in der Weise durchgeführt, dass die gemantelten Cylinder auf einem einseitigen, hohlgegossenen Bocke ruhten, welcher nach vorne mit zwei kräftigen geschmiedeten Streben abgesteift war. Die ganze Anordnung, sowie die Details erinnerten sehr an eine Schiffsmaschine. Die normale Tourenzahl pro Minute sollte 180 sein; während des Betriebes in der Ausstellung betrug dieselbe nur 140. Die beiden Cylinder waren mit Meyer'schen Expansionsschiebern gesteuert. Der Regulator wiederholte sich auffallender Weise an beiden Cylindern, war jedoch nur bei dem kleinen, auf ein Drosselventil wirkend, in Function. Wie mir von der Fabrik mitgetheilt wird, sollte diese Einrichtung bezwecken, innerhalb gewisser Grenzen die Receiverspannung in der Weise zu variiren, dass bei plötzlicher Verminderung des Nutzwiderstandes, momentan ein Spannungsabfall im Receiver und dadurch eine Reduction in der Leistung des grossen Cylinders erfolgt. Die tiefgelegte, äusserst solid gelagerte Kurbelwelle trägt das Schwungrad fliegend. Die Oelung der ganzen Maschine war in sorgfältigster Weise durchgeführt. Ausführung, sowie Gang der Maschine liessen nichts zu wünschen übrig.

Ehe ich die Besprechung der Dampfmaschinen schliesse, muss ich noch eines äusserst interessanten, von A. Guhrauer in Budapest construirten Regulators Erwähnung thun. Nachdem derselbe erst gegen Ende der Ausstellung, leider nicht im Betriebe, zu sehen war, so dürfte derselbe ziemlich unbeachtet geblieben sein.

Seine Wirkungsweise ist die folgende: In dem Ständer eines gewöhnlichen Centrifugalregulators ist ein kleiner Dampfcylinder eingebaut, dessen, an einem

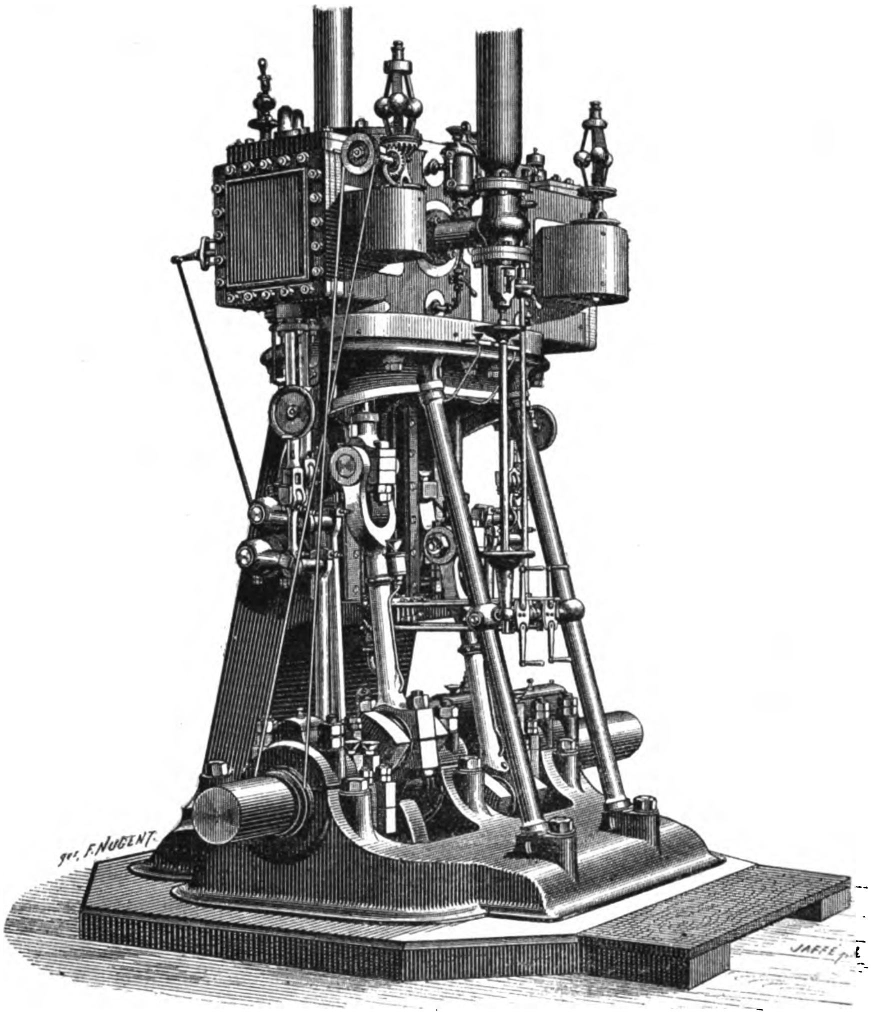


Fig. 49.

durchgehenden Rohre als Kolbenstange befestigter Kolben in mittlerer normaler Stellung beiderseits unter Dampfdruck steht. In das Kolbenrohr sind unmittelbar über und unter dem Kolben Oeffnungen angebracht, die in normaler Stellung durch ein zweites, vom Kolben unabhängiges Rohr dampfdicht verdeckt sind, hingegen bei ganz geringer relativer Verschiebung der beiden Rohre, je nach dem Sinne dieser Verschiebung, die Verbindung der einen oder der anderen Cylinder-

seite mit der Ausströmung herstellen. Das äussere Kolbenrohr ist direct mit den zu regulirenden Steuerungstheilen, das innere Rohr mit dem Hängzeuge des Centrifugalregulators in Verbindung gebracht. Je nachdem der Regulator spielt, wird das innere Rohr gehoben oder gesenkt, und dadurch der Dampfkolben einseitig entlastet; letzterer hebt oder senkt sich seinerseits, dabei die Regulirung der Maschine besorgend, bis in Folge seiner Verschiebung sich die in den Rohren angebrachten Oeffnungen schliessen und die einseitig stattgehabte Ausströmung beendet wird.

Es kann somit durch einen ganz leichten Regulator, wenn die Dimensionirung des Cylinders entsprechend gewählt wird, jeder beliebige Widerstand der Steuerungsorgane mit positiver Verlässlichkeit überwunden werden. Der einzige Uebelstand dieses Apparates ist in seiner Wirkungsweise zu suchen, welche einen directen Dampfconsum bedingt, der sich eventuell durch Undichtheit der ineinander gesteckten Rohre bedeutend steigert. Dieser Uebelstand wird aber wohl in den meisten Fällen durch die Vortheile der äusserst präcise functionirenden und energischen Regulirung reichlich überwogen.

2. Gasmaschinen.

Von den Gasmaschinen verdient in erster Linie die mit dem deutschen Mutterhause gemeinsam veranstaltete Exposition von Langen & Wolf in Wien hervorgehoben zu werden. Diese Firma stellte zwei 8pferdige zweicylindrige, ferner einen 40pferdigen zweicylindrigen und einen 8pferdigen eincylindrigen „Otto's neuen Motor" aus, die sämmtlich zum Betriebe elektrischer Maschinen Verwendung fanden. Die Ausführung derselben entsprach dem Renommé der Firma in jeder Richtung.

Es scheint mir hier am Platze, bezüglich des „Neuen" eine Bemerkung zu machen, die nicht ohne allgemeines Interesse ist:

Den wichtigsten Gegenstand der Construction und des Privilegiums vom Jahre 1876 der Gasmotoren-Fabrik „Deutz" bildet:

„Die Wirkungsweise des Kolbens im Cylinder eines Gasmotors mit Kurbelbewegung so einzurichten, dass bei zwei Umdrehungen der Kurbelwelle, auf einer Seite des Kolbens, die nachstehenden Wirkungen erfolgen:

a) Ansaugen der Gasarten in den Cylinder,

b) Compression derselben.

c) Verbrennung und Arbeit derselben.

d) Austritt derselben aus dem Cylinder."

Einer mir vorliegenden äusserst interessanten Brochure *) aus dem Jahre 1862, Seite 30, entnehme ich, dass bezüglich der Gasmaschinen:

„— — die einzige wirklich praktische Einrichtung darin besteht, nur einen einzigen Cylinder anzuwenden, erstens damit er möglichst gross werden könne und dann um die Widerstände der Bewegung des Gases thunlichst

*) Publications scientifiques et industrielles de E. Lacroix. Nouvelles recherches sur les conditions pratiques de la plus grande utilisation de la chaleur et en général de la force motrice par Alph. Beau de Rochas 1862.

zu reduciren. Weiters ist man angewiesen, auf ein und derselben Kolbenseite die folgenden Operationen in einer Periode von vier aufeinander folgenden Hüben auszuführen:

1. Ansaugen während eines ganzen Kolbenhubes.
2. Compression während des darauf folgenden Hubes.
3. Entzündung am todten Punkte und Expansion während des dritten Hubes.
4. Austritt des verbrannten Gases während des vierten und letzten Hubes."

Wenn ich richtig informirt bin, so bezieht sich dieser Passus nicht nur auf eine rein theoretische Untersuchung, sondern auf eine zu Ende der Fünfziger Jahre von Ch. Reithmann in München genau nach dem vorstehenden Principe wirklich gebaute und heute noch bestehende Gasmaschine. Ich muss gestehen, dass nach genommenen Einblick in diese Brochure, meine Anschauung, das „Neu" betreffend, sich vollständig geändert hat.

Neu für Wien war die zweicylindrige und vor allem die 40pferdige, zweicylindrige Construction von Otto Langen. Es sind bei dieser Anordnung einfach zwei Cylinder der gewöhnlichen Type nebeneinander an das kräftige, brillenförmige Bett geschraubt. Die Kolben gehen vollkommen parallel, doch sind sie bezüglich ihrer Wirkungsweise um eine Umdrehung verschieden, d. h., wenn der eine Kolben das Explosionsgemenge einsaugt, so ist der andere der Explosionseinwirkung bereits ausgesetzt; wenn der eine das Gemenge comprimirt, so drückt der andere die Verbrennungsproducte aus dem Cylinder. Die Steuerung erfolgt durch eine einzige, mit den Steuerscheiben für beide Cylinder versehene Längswelle, welche mit einer Stirnkurbel die in den rückwärtigen Deckeln liegenden, mit einander verbundenen Schieber bewegt. Beide Cylinder bedient nur Ein Regulator. Das Auslassventil war mit Wasserkühlung versehen, ein Detail, welches ich für eine wesentliche Verbesserung gegenüber der alten Construction erachte. Der Gang war ein äusserst ruhiger, und die Befürchtung, dass die elektrischen Maschinen jeden Impuls der relativ langsam gehenden Maschine empfinden werden, der überdies in jedem Cylinder nur jeden vierten Hub, sehr häufig erst jeden achten Hub des Kolbens beeinflusst, konnte ich nicht bestätigt finden.

Ausserdem waren von B. & E. Körting, A. Böhm und Bernhard Ohligs aus Wien Gasmotoren zur Ausstellung gebracht; ersterer ist in dem officiellen Berichte der Münchener elektrischen Ausstellung eingehend beschrieben. Auf meine schriftliche oder mündliche Anfrage über die Construction, respect. meine Bitte, um Ueberlassung der für das Studium massgebenden Zeichnungen der einzelnen Gasmotoren, erhielt ich theils gar keine Antwort oder aber einen negativen Bescheid. Nur J. Warchalowski aus Wien, der einen verticalen, angeblich 4pferdigen Gasmotor exponirt hatte, stellte mir Zeichnungen zur Verfügung. Seine Construction ist jener Otto's, wenn dieselbe vertical gestellt wird, wenigstens nach der mir vorgelegten Zeichnung zu schliessen, äusserst verwandt. Der Gaseinlass erfolgt nicht durch ein Ventil, sondern durch einen kleinen, durch den Regulator gesteuerten Flachschieber. Die gefällige Form des Ständers erinnert lebhaft an die im Jahre 1873 in der Rotunde vertreten gewesenen kleineren Modelle amerikanischer Dampfmaschinen.

V. Transmission.

Die von den grossen Motoren betriebene Transmission war, wie bereits erwähnt, für jeden Motor in allen Fällen separat durchgeführt. Nachdem die Natur der Wandungen der Maschinengalerie das Anbringen der Transmission absolut ausschloss, so war dieselbe direct auf dem Boden gelagert und in der Regel nicht mehr über diesen erhöht, als dies die verwendeten grössten Riemenscheiben erforderten; nur in wenigen Fällen, so bei der Škoda-Maschine, bei Otto's Gasmotoren und einigen anderen, war die Transmission auf hohen Gussständen, die untereinander versteift waren, gelagert.

Es war fast ausnahmslos die bekannte Seller'sche Lagerform in Verwendung. Als Regel begegnete man den üblichen gegossenen Riemenscheiben; doch fanden sich auch an mehreren Orten schmiedeiserne Scheiben vor.

Leerscheiben waren nur in sehr geringer Anzahl verwendet Das Ein- und Ausrücken der einzelnen elektrischen Maschinen erfolgte nahezu überall durch Auflegen oder Abwerfen der Riemen. Eine Ausnahme hievon, und ein beachtenswerthes Detail, war am Transmissionsstrang der Dampfmaschine der Ersten Brünner Maschinenfabriks-Actien-Gesellschaft. Die Leerscheibe einer Vierzig-Bogenlichtmaschine der International Electric Company (Brush) war unmittelbar neben dem Lager placirt und auf einem mit demselben verschraubten Rohrstück, vollkommen isolirt von der Welle, gelagert. Diese Anordnung hat den Vortheil, dass die Welle, bei Stillstand der zugehörigen elektrischen Maschine, von der Riemenspannung vollkommen entlastet wird, wodurch die ganze schädliche Reibungsarbeit in Wegfall kommt.

Dass diese Reibungsarbeit unter Umständen sehr beträchtlich werden kann, ist bekannt. In einer hiesigen Werkstätte beispielsweise, in welcher die einzelnen Arbeitsmaschinen nur zeitweilig und abwechselnd im Gebrauche stehen, und deshalb aber, der üblichen Praxis folgend, auch bei Nichtbenützung immer an ihrer Leerscheibe laufen, beträgt die Arbeit zur Bewegung der unbelasteten Riemen und Scheiben nahezu 50% der normal zu leistenden Gesammtarbeit.

Gerade diese Leerscheibe, welche bei nicht betriebener Dynamomaschine den Riemen ruhen liess, also vor Abnützung bewahrte, beweist, dass es in gewissen Fällen ganz gut angehe und praktisch leicht durchführbar sei, behufs Einschaltung der Arbeitsmaschine, den ruhenden Riemen auf die in Bewegung befindliche Vollscheibe zu übertragen.

Der hier in Rede stehende Riemen war circa 26 *cm* breit und ziemlich straff gespannt; daraus mag erhellen, um wie viel leichter bei schmäleren Riemen und geringeren Kräften eine derartige Manipulation ausführbar wäre, zumal wenn dieselbe nicht von Hand, sondern mittelst einer entsprechenden Vorrichtung erfolgen würde; dadurch könnte auch noch die nöthige Sicherheit für den Arbeiter erzielt werden.

Die zum Betriebe der Dynamo-Maschinen von Heilmann, Ducommun & Steinlen, von dieser Firma beigestellte, von der Sulzer-Maschine angetriebene Transmission zeigte bezüglich Ausführung und Material höchste Vollkommenheit. Ich habe bei

der Demontirung Gelegenheit gehabt, die Reinheit und Schönheit der dünnwandigen Hohlgussständer zu bewundern.

Als Uebertragungsorgane dienten Seile aus Hanf und Baumwolle, Riemen aus Leder, Baumwolle und Kautschuk; bei der elektrischen Eisenbahn besorgte A. Jarolimek's Stahlschnurtrieb die Uebersetzung der secundären elektrischen Maschine auf die Räder des Wagens. Nach den Beobachtungen während der Ausstellungszeit wage ich es nicht, ein absolutes Urtheil zu fällen und einem Materiale dieser Organe vor den übrigen den Vorzug einzuräumen; denn die Betriebszeit war eine relativ sehr kurze, die Beanspruchung und die Behandlung eine sehr verschiedene. Lederriemen, obwohl theuer, können, zumal wenn sie geleimt werden, ungemein gleichförmig hergestellt werden, was bei der grossen Riemengeschwindigkeit von Wichtigkeit ist, es fallen bei diesen die bösen Riemenverbindungs-Constructionen, wie Schnallen u. dgl. weg; auch erfordern sie kein so häufiges Nachspannen wie Riemen aus anderem Material. Nach meiner Wahrnehmung im Allgemeinen würde ich, zur Entscheidung bezüglich des Riemenantriebes gedrängt, ausschliesslich die Verwendung von Lederriemen, welche, zur Vermeidung jeder Unregelmässigkeit der Uebertragung, einen möglichst grossen Bogen auf der kleinen Scheibe umspannen sollen, befürworten.

Anhang.

Zum Schlusse soll in Kürze erwähnt werden, in welcher Art durch die seitens des Directions-Comité's einberufene wissenschaftliche Commission, deren Mitglied zu sein ich die Ehre hatte, die Untersuchung der in meinen Bericht einschlägigen Fragen durchgeführt wurde, ohne in irgend welcher Weise den Resultaten dieser Untersuchung, die Gegenstand eines gesonderten Berichtes der wissenschaftlichen Commission bilden sollen, vorzugreifen.

Die Dampfkessel wurden bezüglich des Brennmaterialverbrauches, der Verdampfungsfähigkeit, der Qualität der Gase, endlich der Temperatur und des Wassergehaltes des Dampfes untersucht.

Die Motoren wurden grösstentheils mit dem Indicator, theilweise mit der Bremse, auf Dampf-, respective auf geleistete Arbeit, geprüft; wo es durchführbar war, wurde der Dampf- und Brennmaterial-, resp. der Gasverbrauch, unter verschiedenen Belastungen erhoben.

Von Indicatoren gelangte die Construction von E. Kraft & Sohn in Wien (Fig. 50), Schaeffer & Budenberg in Buckau-Magdeburg und die amerikanische von Thompson zur Verwendung; als Reductor diente in nahezu allen Fällen jener von E. Kraft & Sohn (Fig. 51), in der von mir angegebenen Constructionsvariante mit einem in compendiöser Form ausgeführten Reductionsrollensatz, versehen mit der bekannten Universalrolle von Staněk.

Die directe Untersuchung der Dampfmaschinen unter variabler, jederzeit aber bekannter Belastung, die durchgehends in der Arbeit elektrischer Maschinen bestand, gestattete bezüglich des Kraftverbrauches dieser letzteren Schlüsse zu ziehen, die Arbeit für den Leerlauf der Maschine und der Transmission zu

erheben und sich, wenigstens theilweise, über einzelne Antriebsmethoden ein Bild zu schaffen.

Einen Gegenstand ganz specieller Untersuchung bildeten die *elektrischen Maschinen*, bezüglich ihres Verbrauches an mechanischer Leistung und an elektrischer Arbeit.

Nachdem die mechanische Arbeit als das Product einer Kraft und einer Weglänge aufgefasst werden kann, so genügt es, wenn der Antrieb der elektrischen Maschine durch Riemen oder Seile erfolgt, die in diesen Uebertragungsorganen transmittirte Kraft in Kilogrammen, und deren Geschwindigkeit in Metern zu messen. Das Product giebt die Arbeit in Meter-Kilogrammen; dieser Werth durch 75 dividirt, die Leistung in Pferdekräften.

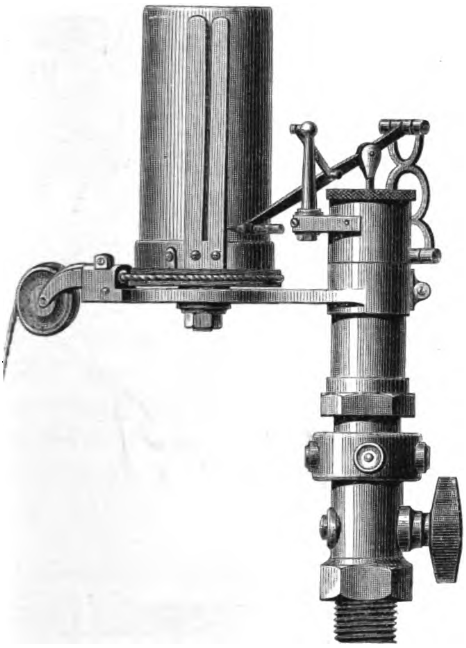


Fig. 50.

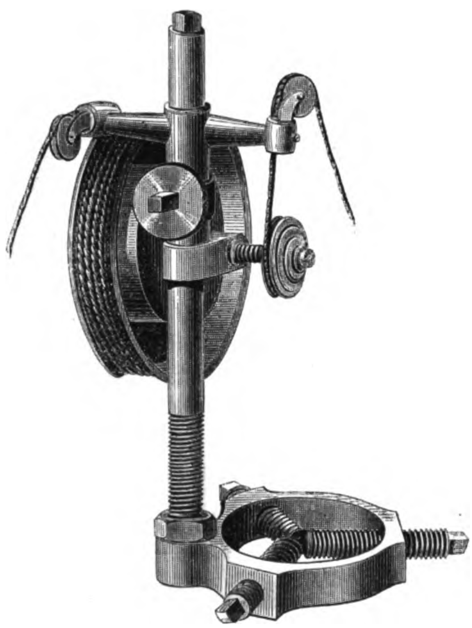


Fig. 51.

Dynamometer. Von diesen zur Kraftmessung dienenden Apparaten waren auf der Ausstellung zwei verschiedene Systeme vertreten, von denen das eine, nach Angabe von Hefner-Alteneck construirt und von *Siemens & Halske* beigestellt, zu Messungszwecken verwendet wurde.

Die Wirkungsweise dieses Apparates beruht auf der Thatsache, dass die durch Riementrieb übertragene Kraft jederzeit gleich der Differenz der Spannungen im ziehenden und gezogenen Riementheile ist. Die beiden Riementheile werden durch Leitrollen über eine, an einer Art Wage befindlichen Messrolle, an diametrale Stellen derselben, geführt, und übertragen auf diese Rolle ihrer Spannung proportionale Normaldrücke. Wird nun die Differenz dieser Drücke durch die Wage abgewogen — es geschieht dies mittelst einer geaichten Spiralfeder — so kennt man sofort, mit Anwendung einer empirisch getheilten Scala, die durch den Riemen übertragene Kraft.

Das Dynamometer von S. Schuckert, ausgeführt von J. Keck in Nürnberg, ist ein Apparat, der in die Transmission selbstständig eingeschaltet wird. Er besitzt zwei gleichgrosse Scheiben, deren eine vom Motor, die andere hingegen von der bezüglich ihres Arbeitsverbrauches zu messenden Maschine angetrieben wird. Beide Scheiben sind bis auf eine, durch eine Spiralfeder hergestellte Verbindung von einander unabhängig.

Die relative Verdrehung der beiden Scheiben, respective die Ausdehnung der geaichten Feder, ist das Mass für die übertragene Kraft; sie wird mittelst eines Hebelwerkes und einer Indexstange sichtbar gemacht. Dieser, in Fig. 52 veranschaulichte Apparat hat auch die Einrichtung, die Federspannung sofort in Form eines Kraft-Diagrammes zu registriren.

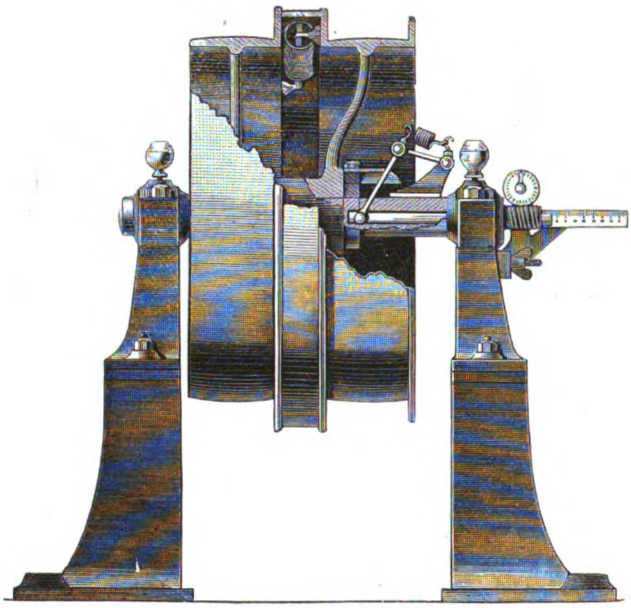


Fig. 52.

Nebst der Kraftmessung bildet, wie oben hervorgehoben wurde, für die Erhebung der geleisteten Arbeit, die Ermittlung der Geschwindigkeit die wichtigste Aufgabe. Gewöhnlich dienen zu diesem Zwecke Touren- oder Hubzähler, aus deren Ablesung jederzeit leicht die Geschwindigkeit berechnet werden kann.

Tachometer. Bei der dynamometrischen Untersuchung elektrischer Maschinen reicht man jedoch mit den soeben erwähnten Instrumenten nicht mehr aus. Es handelt sich hierbei nicht um Mittelwerthe für die Geschwindigkeit, sondern um Momentanwerthe, d. h. um die möglichst präcise Ablesung der jeden Augenblick herrschenden Geschwindigkeit. Die hierfür geeigneten Apparate sind die Tachometer.

Ich will die Construction an dem Instrumente von Buss, Sombart & Co. in Magdeburg principiell erläutern und nur erwähnen, dass auch von Schaeffer & Budenberg in Buckau-Magdeburg ein äusserst sorgfältig gearbeitetes Tachometer ausgestellt war.

Das Tachometer beruht auf der Centrifugalwirkung zweier Pendel, welche durch eine sorgfältig geaichte, kräftige Spiralfeder verbunden sind. Der Ausschlag der Pendel, respective die Ausdehnung der Feder, ist der zu messenden Geschwindigkeit proportional, welche mittelst eines Zeigerwerkes als Momentan-Tourenzahl abgelesen wird. Dieses Tachometer (Fig. 53) zeigt bei directem Antriebe 250—1000 Touren pro Minute an, kann jedoch durch passende Umsetzung, für jede Geschwindigkeit der zu messenden Maschine, Verwendung finden. Die übliche Form dieses Apparates ist für Riemenantrieb eingerichtet und auf einem Fusse verstellbar montirt Von der gleichen Firma waren äusserst praktische Handtachometer (Fig. 54) in ganz kleiner Ausführung, zwar nicht ausgestellt, aber

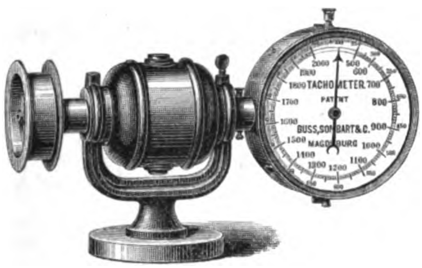


Fig. 53.

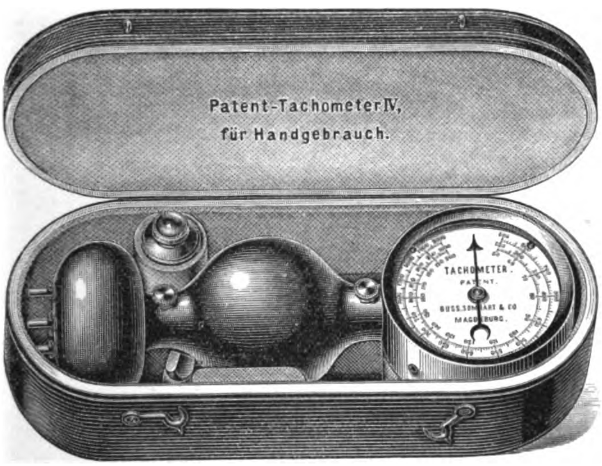


Fig. 54.

von Ausstellern benützt. Dieselben waren für 50—2000 minutliche Touren eingerichtet; sie mussten mit Prisma in geeignete Körner der, bezüglich ihrer Geschwindigkeit, zu messenden Welle eingelegt werden. Ich habe viel mit diesen Apparaten gearbeitet; sie haben sich, bei einiger Uebung und Vorsicht im Anlegen, jederzeit sehr gut bewährt.

Zum Schlusse sei noch eines interessanten Tachometers gedacht, welches in mehr principieller, als praktischer Form von Harlacher, Henneberg und Smreker ausgestellt war. Bei demselben wird durch ein Uhrwerk eine horizontal gelegte Planscheibe in eine genau bekannte Rotations-Geschwindigkeit versetzt.

Auf der Planscheibe steht ein kleines Frictionsrädchen, welches an einer sehr flachgängigen Schraubenachse längs eines Durchmessers der Planscheibe axial verschiebbar ist. Wird nun diese Achse mit der zu messenden Geschwindigkeit angetrieben, so wird das Frictionsrädchen so lange sich längs seiner Achse verschieben, bis es an einem Punkte sich einstellt, an dem seine Umfangsgeschwindigkeit genau gleich gross ist der bekannten Geschwindigkeit der Planscheibe an dieser Stelle. Die Verschiebung des Frictionsrädchens aus der Mitte der Planscheibe bildet somit das directe Mass der fraglichen Geschwindigkeit und kann an einem entsprechend angebrachten Massstabe abgelesen werden. Die diesem Apparate zu Grunde liegende Idee ist äusserst sinnreich und gewiss in vielfacher Weise verwerthbar. — Wie mir mitgetheilt wurde, hat ein Maschinist der k. k. Marine, Namens Eyp in Pola, vor circa 3 Jahren ein auf gleichem Principe beruhendes Tachometer ausgeführt.

DIE

ELEKTRISCHEN MASCHINEN

VON

JOSEF KOLBE
INGENIEUR DER ÖST.-UNG. STAATSEISENBAHN-GESELLSCHAFT.

Dynamo-elektrische Maschinen sollte man eigentlich alle Maschinen nennen, die mechanische Arbeit in elektrische Energie umsetzen oder umgekehrt; von diesen werden jedoch gewöhnlich nur diejenigen dynamo-elektrisch genannt, die den Magnetismus ihrer inducirenden Magnetpole durch den eigenen Strom anregen; die anderen heissen dann magnet-elektrische.

Bekanntlich beruht das Wesen einer elektrischen Maschine auf Induction. Wenn zwei Drähte nebeneinander herlaufen, sei es geradlinig oder spiralförmig gewunden, und man leitet durch einen derselben einen elektrischen Strom, so ist während dessen Entstehen im zweiten Drahte ein momentaner, entgegengesetzt gerichteter Inductionsstrom bemerkbar; während des Aufhörens des erstgenannten Stromes entsteht im zweiten Drahte ein momentaner, gleichgerichteter Strom (Galvanische Induction). Aber auch in dem Falle, als der von einem constanten Strome durchflossene eine Draht dem anderen genähert und von ihm entfernt wird, entstehen in diesen die beiden Inductionsströme (Dynamische Induction). Wird ein Magnetstab in eine Drahtspule gesteckt und dann wieder herausgezogen, so entstehen während dieser Bewegungen ebenfalls einander entgegengerichtete Ströme; dasselbe wird erreicht, wenn man den Magnet einem in der Spule steckenden Eisenkerne nähert und von ihm entfernt (Magnetinduction).

Bald nach Entdeckung der Magnetinduction durch Faraday, im Jahre 1830, construirte Pixii 1832 eine magnetelektrische Maschine, deren Stahlmagnet sich vor zwei Inductionsspulen mit Eisenkernen drehte; die entstehenden Ströme von wechselnder Richtung wurden durch einen Commutator oder Stromwender gleichgerichtet; doch erhielt man nur intermittirende Ströme, wie dieselben auch von der 1857 erfundenen Siemens-Armatur geliefert wurden. Nachdem 1866 Wilde eine Maschine gebaut hatte, in welcher der Stahlmagnet durch einen von einer eigenen kleinen Maschine gespeisten Elektromagneten ersetzt war, kamen Siemens und Wheatstone, von einander unabhängig, im Jahre 1867 auf die Idee, die entstehenden Ströme um den Elektromagneten der Maschine zu leiten, womit die eigentliche Dynamomaschine erfunden war. Der Elektromagnetkern muss vom Anfang an etwas wenig magnetisch sein, so dass in der rotirenden Armatur ganz schwache Ströme entstehen, die den Elektromagneten sofort verstärken; da-

durch wird auch der Strom in der Armatur stärker bis die volle Wirkung erreicht ist. Unzweifelhaft bedeutet die Erfindung dieses dynamischen Principes, d. i. der Erzeugung elektrischer Ströme mit Hilfe des in jedem weichen Eisenkerne enthaltenen schwachen (remanenten) Magnetismus durch Rotation (also Arbeitsleistung) in der Construction der elektrischen Maschinen einen Fortschritt, weil dadurch ebenso die Verwendung von Stahlmagneten, als auch die Speisung der Elektromagnete durch fremde Ströme überflüssig wurde.

Der erste der eine derartige Maschine für continuirliche, nicht intermittirende Gleichströme baute, scheint Gramme, u. z. bereits 1871 gewesen zu sein; denn die jetzt bei den Siemens - Maschinen angewendete Hefner-Alteneck'sche Trommel ist erst 1872—73 construirt worden, und die jetzt viel besprochene Pacinotti-Maschine, welche schon aus dem Jahre 1860 stammt, wurde nur als Motor, nicht als Dynamomaschine (zu der ihr nichts fehlte) aufgefasst. Sie wurde damals nur sehr wenig bekannt, so dass darüber kein Zweifel obwalten kann, dass Gramme seine Maschine selbständig erfunden hatte; darauf deutet schon sein erster Ring hin, der als viereckiger Flachring mit dem Pacinotti'schen nicht gerade viel Aehnlichkeit besitzt. Hier wird die Induction nicht mehr durch Annäherung und Entfernung hervorgerufen, sondern durch die später zu schildernde Wirkung des magnetischen Feldes.

Wir können an einer dynamo-elektrischen Maschine im Allgemeinen drei Hauptheile unterscheiden:

1. Die Elektromagnete; es sind dies glatte, cylinder- oder säulenförmige, an sich ein wenig magnetische, mit Draht umwickelte Eisenmassen.

2. Die rotirende Armatur, jenes eigenthümlich gestaltete Drahtgewinde, das in dem, zwischen den Elektromagnetpolen freigelassenen Raume umläuft, in deren Drähten die Ströme durch Einwirkung dieser Pole entstehen.

3. Den Collector, der zum Sammeln der in der rotirenden Armatur entstehenden Ströme dient, wie bei Gramme, Siemens etc., oder den Commutator, der jene Ströme gleich richtet, wie bei Pixii, der alten Siemens-Armatur, Brush, Gérard etc.; beide bestehen aus von einander isolirten, mit den Armaturdrähten aber verbundenen Metallstreifen, die zu einem Cylinder vereinigt, naben-, resp. ringartig die Rotationsachse umgeben und von fixen, aus Kupferdrähten oder -Blechen hergestellten Bürsten oder Besen berührt werden. Zweck der letzteren ist es, die elektrischen Ströme aufzunehmen und dieselben, nachdem sie die Elektromagnete passirt, in die Leitung zu führen, um je nach Art ihrer Verwendung, Licht, Wärme oder Bewegung zu erzeugen, oder durch Ausscheiden von edlen Metallen aus Lösungen, beliebig geformte Körper mit einem werthvolleren Ueberzuge zu versehen, oder metallurgischen Zwecken zu dienen, u. s. f.

Wir unterscheiden zunächst Gleichstrom- und Wechselstrom-Maschinen und wollen die ersteren, als die weitaus wichtigeren, zuerst besprechen.

I. Gleichstrom-Maschinen.

Bei allen Dynamo-Maschinen entsteht der Strom in der rotirenden Armatur, indem Drähte rasch durch die magnetischen Felder, d. i. die Wirkungssphäre der Magnetpole, zwischen je zwei ungleichnamigen Magnetpolen getrieben werden. Bewegt sich nämlich ein Draht senkrecht auf seine Längsrichtung von links nach

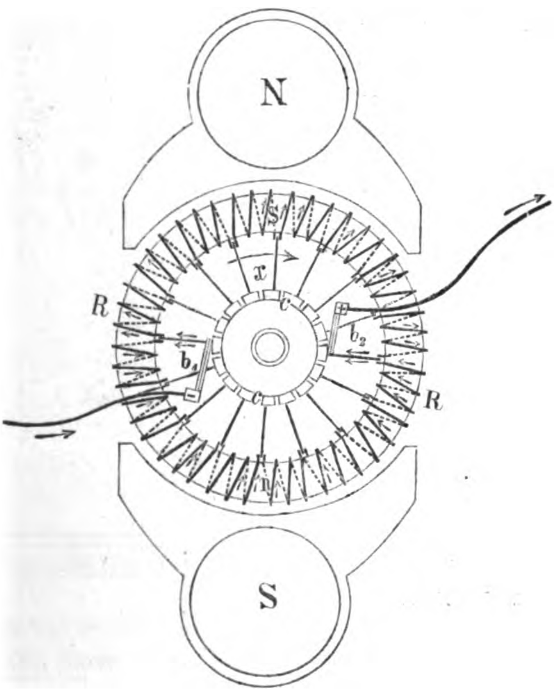


Fig. 55.

rechts unterhalb eines Nordpoles und oberhalb eines diesem nahe gegenüberstehenden Südpoles hindurch, so entsteht in ihm, wenn seine Enden irgendwie leitend verbunden sind, ein Strom in der Richtung von uns weg.

Es gibt zwei Grundtypen von Gleichstrom-Maschinen: die Ring-Maschine (Gramme) und die Trommel-Maschine (Siemens, respective Hefner-Alteneck).

Bei der Ringmaschine ist der Inductionsdraht auf einen bald cylinderförmigen, bald flachen Ring aus Eisendraht oder Eisenblechscheiben gewickelt, welcher Ring sich zwischen zwei Magnetpolen dreht; diese erzeugen im Ringe ebenfalls zwei Magnetpole, die trotz der Rotation des Ringes den ersteren Polen immer gegenüber stehen bleiben, so dass sich die Drähte wirklich zwischen zwei un-

gleichnamigen Magnetpolen hindurch bewegen. Die Fig. 55 versinnlicht das Schema einer zweipoligen Ringmaschine: *N* und *S* sind der Nord- und Südpol des Elektromagneten; der Pfeil *x* bezeichnet die Drehungsrichtung des Ringes *R*, während die übrigen, kleineren Pfeile den Stromlauf andeuten; b_1 b_2 sind die Bürsten, welche am Collector *c* schleifen.

Wie eine aufmerksame Betrachtung des Ringes lehrt, entsteht in der oberen Ringhälfte der entgegengesetzte Strom wie in der unteren; die beiden Ströme

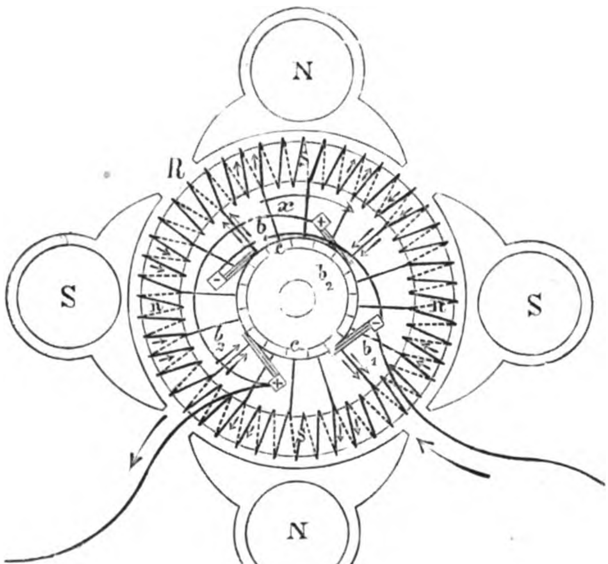


Fig. 56.

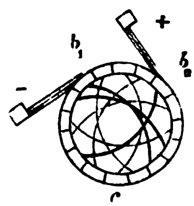


Fig. 57.

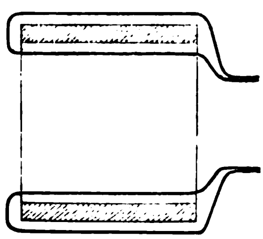


Fig. 58.

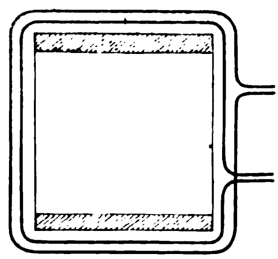


Fig. 59.

treffen sich z. B. rechts, wo der Gesammtstrom den Ausweg durch die auf dem Collector schleifende Bürste findet, um schliesslich zur anderen Bürste wieder einzutreten.

Bei vier-, sechs- und mehrpoligen Maschinen ist der Vorgang im Principe derselbe, doch kann man durch eine einfache Verbindung der Collector-Lamellen alle Bürsten bis auf zwei beseitigen. In Fig. 56 ist das Schema einer vierpoligen Ringmaschine dargestellt; daselbst haben die Buchstaben und Pfeile die oben er-

klärte Bedeutung. Während aber diese Figur die Anordnung mit vier Bürsten zeigt, ist in Fig. 57 die Modification für zwei Bürsten angedeutet.

Bei der Trommelmaschine ist der Draht beim Aufwinden nicht durch den ringförmigen Eisenkern geschoben, sondern einfach darüber gewunden. In dieser Beziehung vergleiche man die Fig. 58 und 59, welch' erstere den Schnitt durch den Gramme'schen Ring, letztere jenen durch die Siemens'sche Trommel darstellt. Während der Ring für die mehrpolige Maschine genau so aussieht, wie jener für die zweipolige, muss die Trommel für die mehrpolige Maschine anders gewickelt sein, wie die für die zweipolige, und zwar bilden die Drähte dann an den Stirnflächen der Trommel nicht Durchmesser, sondern Sehnen von 90° bei der vierpoligen, von 60° bei der sechspoligen etc. Zu diesem Ende betrachte man das in Fig. 60 dargestellte Schema einer sechspoligen Trommelmaschine.

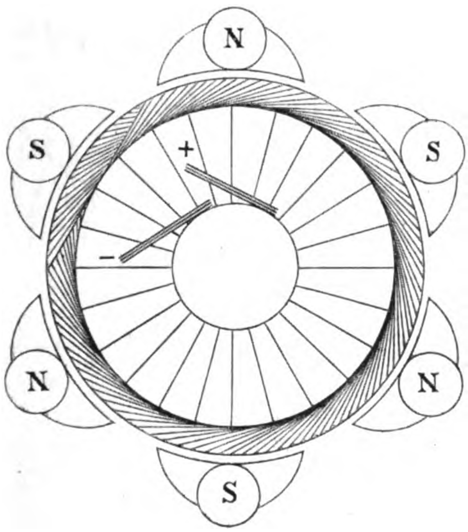


Fig. 60.

Bei gewöhnlichen Bogenlicht- oder Kraftübertragungs-Maschinen (Fig. 61) wird der aus der einen Bürste kommende Strom um die Schenkel des inducirenden Elektromagneten geleitet (Elektromagnet im directen Strom), welch' letzterer also um so stärker wird, je stärker der Strom oder je geringer der eingeschaltete Widerstand ist; je mehr Lampen man also z. B. neben einander oder je weniger man hinter einander eingeschaltet hat, desto heller wird im Allgemeinen jede einzelne brennen. Man kann es jedoch dahin bringen, dass, wenigstens innerhalb gewisser Grenzen, die Stärke des entstehenden Stromes der Anzahl der neben einander eingeschalteten Lampen ziemlich proportional, also die Spannung an den Klemmen der Maschine ziemlich gleich bleibt, ein Experiment, das an einer von der Société Gramme ausgestellten Gramme-Maschine auch gezeigt wurde. Eine genaue Regulirung der Stromstärke oder Klemmenspannung kann ohne merkliche Verluste geschehen, indem man die Enden der Elektromagnetspulen durch einen (eventuell automatisch) regulirbaren Widerstand verbindet, so dass je nach Erfordernis dem

die Elektromagnete umkreisenden Strome ein beliebiger kleiner Theil entzogen werden kann. Soll also der Hauptstrom wieder schwächer werden, nachdem er wieder gewachsen ist, weil man etwa von hinter einander geschalteten Lampen einige durch directe Verbindung ihrer Zuleitungsdrähte ausgeschaltet hat, so gibt man hier weniger Widerstand, während er am stärksten wird, wenn der Regulirungs-Zweigstrom ganz unterbrochen ist. Die Regulirung durch Einschalten von Widerstand in den Hauptstrom ist mit bedeutenderen Arbeitsverlusten verbunden.

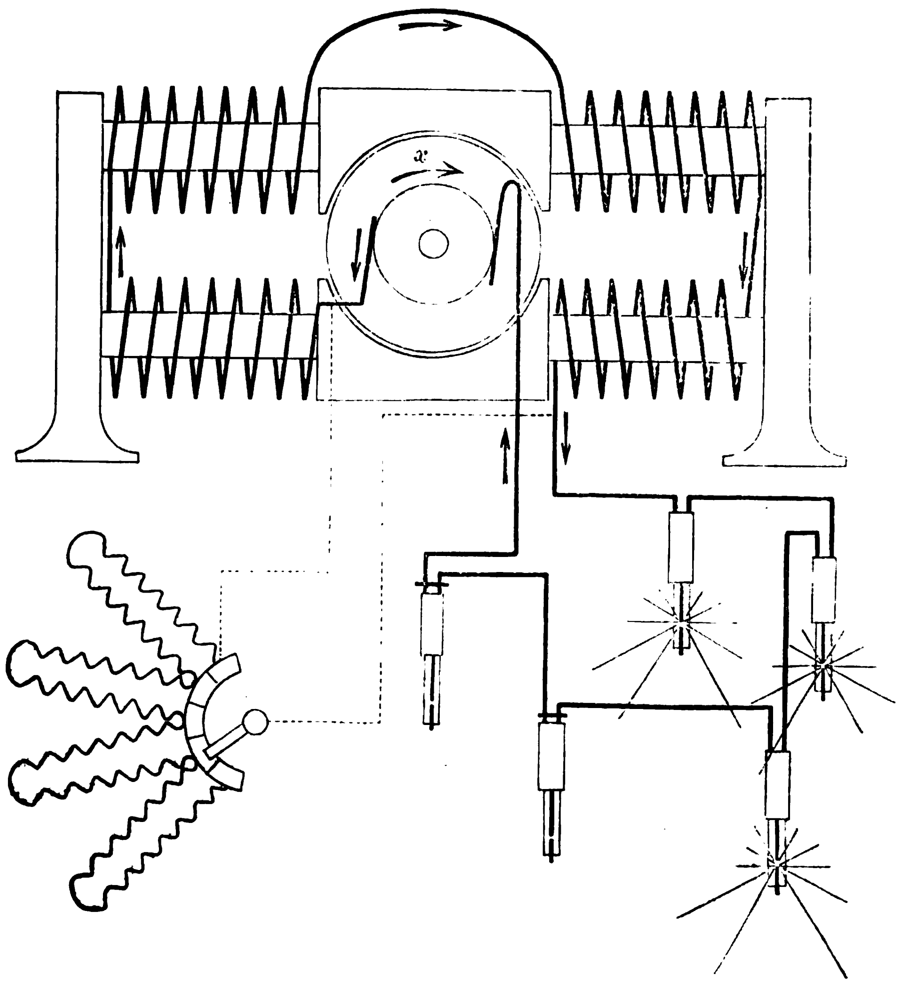


Fig. 61.

Bei Glühlicht-Maschinen und solchen, die zum Laden von Accumulatoren bestimmt sind (Fig. 62), wird vom Strome ein Theil abgezweigt, der in vielen Windungen dünneren Drahtes den Elektromagneten umkreist (Elektromagnet im Nebenschluss). Hier wird natürlich der Elektromagnet stärker, je grösser der Widerstand im äusseren Stromkreise ist; wenn man also z. B. mehrere Glüh-

lampen durch Unterbrechung ihres Stromzweiges ausschaltet, brennen die übrigen heller, da jetzt mehr Strom um den Elektromagneten gehen muss. Um sie wieder auf die normale Lichtstärke zu bringen, braucht man nur in den Zweigstrom des Elektromagneten Widerstände einzuschalten, was entweder automatisch (Schwerd) oder von Hand (Edison) geschehen kann.

Für Glühlichter, Kraftübertragung oder auch zur Vertheilung von Strömen für verschiedene Zwecke wendet man mit Vortheil die sogenannten Compound-

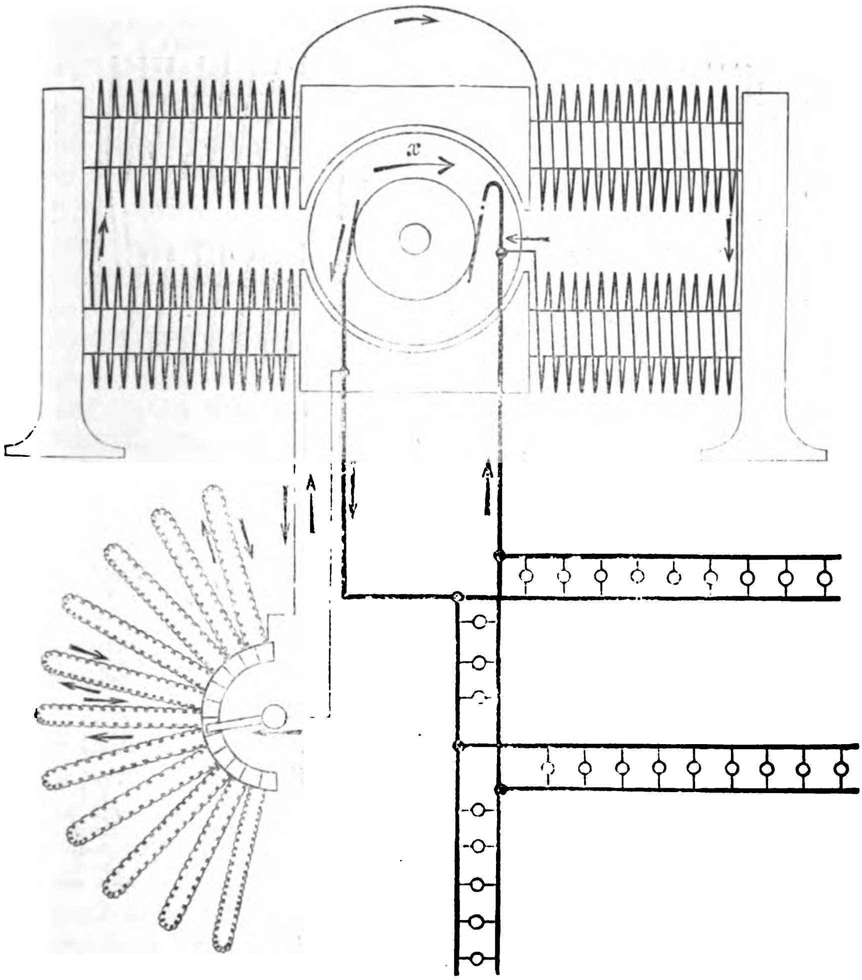


Fig. 62.

Maschinen an, eine Verbindung beider genannten Systeme. (Fig. 63.) Hier wird sowohl der Hauptstrom als auch ein Nebenstrom um den Elektromagneten geführt. Werden nun z. B. von 50 brennenden Glühlampen etwa 30 verlöscht, so wird der Hauptstrom zwar schwächer, der Nebenstrom aber stärker als vorher, so dass die Gesammtwirkung beider Ströme auf den Elektromagneten so weit gleich bleibt, als

erforderlich ist, um an den Klemmen der Maschine gleiche Spannung zu erhalten, von welcher Spannung die Stromstärke, also auch die Lichtstärke jeder Glühlampe abhängt. Aus diesem Grunde bedürfen die Compound-Maschinen auch bei gleich bleibender Geschwindigkeit keinerlei Regulirung; die Herstellung einer solchen Maschine, die wirklich gut functionirt, ist aber immer einigermassen schwierig; eben deshalb stehen diese Maschinen auch etwas höher im Preise, als die Maschinen gewöhnlicher Construction.

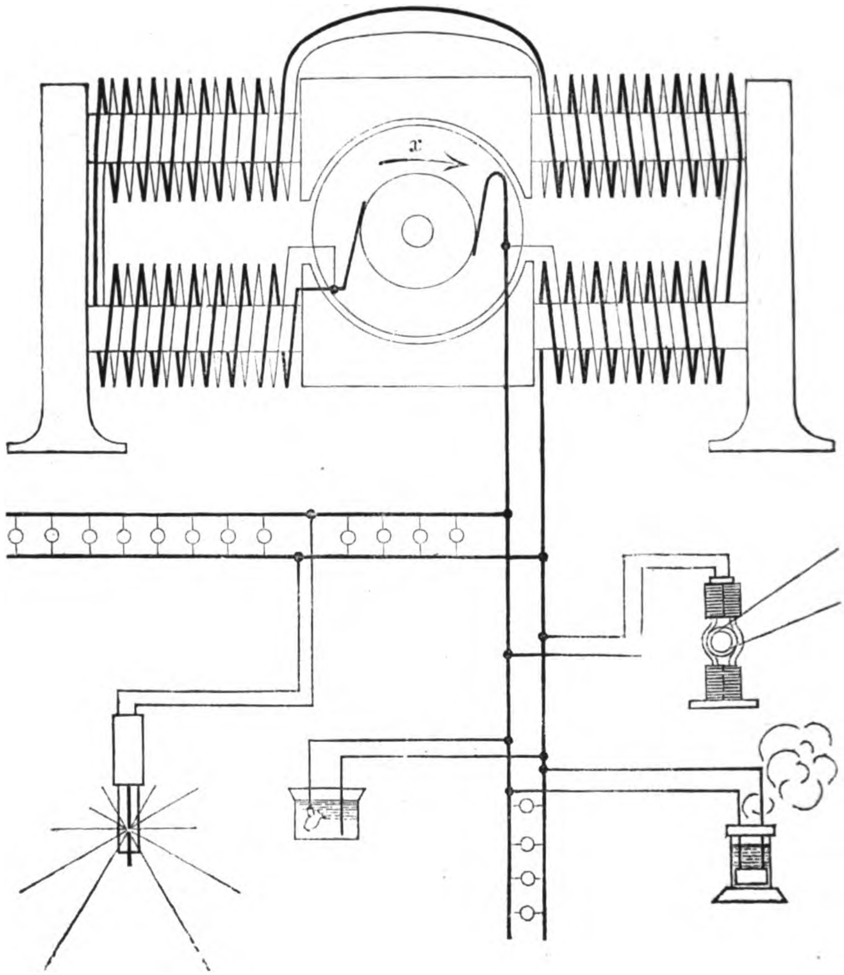


Fig. 63.

Es wurden wiederholt Verbindungsarten der Elektromagnetdrähte vorgeschlagen, welche bewirken sollten, dass die Maschine einen bei wechselnden, äusseren Widerstande immer gleich stark bleibenden Strom gebe, so dass man von, wie in Fig. 61, hinter einander geschalteten Lichtern beliebig viele verlöschen oder entzünden könnte, ohne die andern hiedurch zu beeinflussen. Solche Maschinen waren aber nicht in der Ausstellung vertreten und bei der Wechselstrom-Maschine von Klimenko & Chertemps wurde das Gleichbleiben der Stromstärke in anderer Weise erzielt.

1. Ringmaschinen.

An Ring-Maschinen waren in der Ausstellung vertreten die von Gramme, Schuckert, Spiecker, Fraas, Gravier, Egger-Kremenezky, Neumann-Schwarz und Weill, Maxim, Schwerd, Kröttlinger, Fein, Jürgensen, Moessen, Bürgin und Brush.

a) Gramme-Maschinen.

Gramme-Maschinen hatten in die Ausstellung gebracht: die Société Gramme; die Compagnie Électrique; Sautter, Lemonnier & Co.: Mignon & Ronart und Bréguet in Paris; Brückner, Ross & Cons. in Wien und endlich, in etwas abweichender Ausführung, Heilmann Ducommun & Steinlen in Mühlhausen.

Von den Lichtmaschinen der Société Gramme ist besonders eine nach Art der bekannten Fünflicht-Maschinen gebaute, mit starkem Drahte hervorzuheben, die mehrere nebeneinander geschaltete Bogenlichter und die Poirier'sche galvanoplastische Anstalt betrieb. Man konnte hier einzelne Lampen ohne irgend merkliche Störung der anderen aus- oder einschalten, obwohl die Maschine keine Compound-Maschine war, sondern den Elektromagneten im directen Strome hatte.

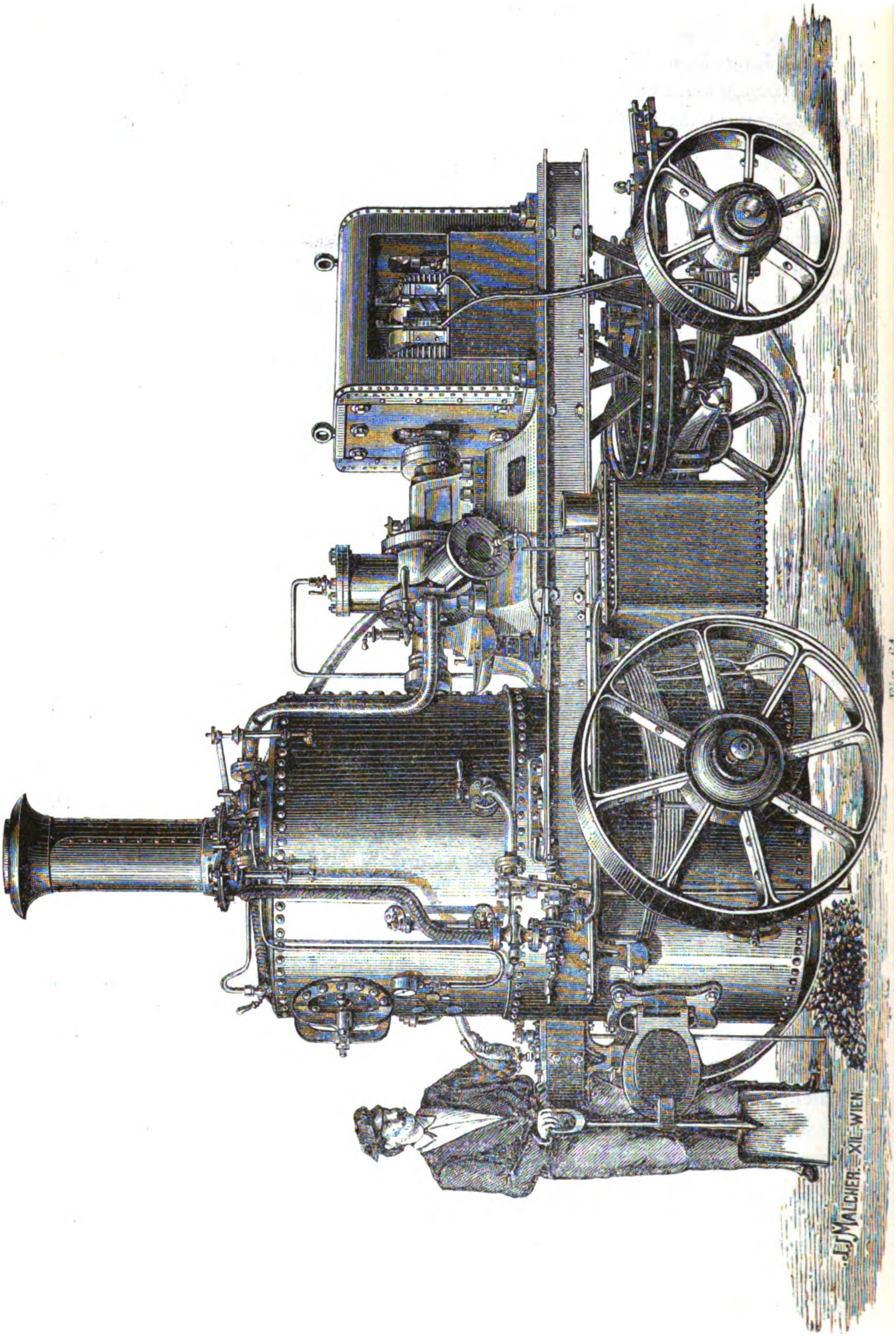
Die Compagnie Électrique stellte eine Reihe neuerer Gramme'scher Kraftübertragungs-Maschinen aus, von zwei Kilogrammmeter bis 30 Pferdekräfte Leistung. Bei diesen lag der Ring nicht in der Mitte der Maschine, sondern an der einen Seite derselben; die Elektromagnete hatten ihre Pole natürlich gleichfalls nicht in der Mitte, sondern am Ende; sie hatten bei kleinen Maschinen halbmondförmigen Querschnitt, bei grösseren war jeder Schenkel aus zwei bis drei cylindrischen Elektromagneten zusammengesetzt, die dann einen gemeinschaftlichen Polschuh hatten. Die grosse 30pferdige Maschine war vierpolig gebaut, der Ring hatte 0·75 *m* Durchmesser und lief mit 600 Touren pro Minute.

Der ganze Bau dieser Maschine ist viel gedrängter als der der gewöhnlichen Gramme'schen Maschinen, trotzdem sind Collector und Bürsten besser, die Lager ebenso zugänglich wie bei diesen. Der Ring wird auch von den Magnetpolen an der vom Collector abgewendeten Seite etwas umfasst, er hat sehr viele Sectionen: doch sind die Collectorlamellen nicht schmäler als bei einer anderen Maschine, da hier die Anbringung eines grossen Collectors keinen Schwierigkeiten unterliegt; dieser ist ziemlich schmal, da mit nicht sehr bedeutenden Stromstärken gearbeitet wird. So soll die grosse, sogenannte dreissigpferdige Maschine mit 12- bis 1400 Volt Spannung und 25 bis 30 Ampère Stromstärke gearbeitet haben.

Die Ausführung aller dieser Maschinen ist eine vollkommen solide und möglichst einfache.

Sautter, Lemonnier & Co. in Paris hatten u. A. eine sehr grosse Gramme-Maschine mit flachen Elektromagneten zur Ausstellung gebracht, welche zur Speisung eines 60.000 Kerzen starken Einzelnlichtes gebaut war. Ihre Formen waren etwas massig, doch schien die Maschine sehr solid.

Sehr hübsch waren die von dieser Firma gebrachten Zusammenstellungen Gramme'scher Maschinen mit Brotherhood'schen Dampfmaschinen, von denen zwei auf Wagen mit verticalen Dampfkesseln zusammen montirt waren.


J.J.MALCHER. XII. WIEN

Der kleinere dieser Wagen, zweirädrig mit Gabeldeichsel für ein Pferd, trug einen kleinen Kessel, eine kleine zweipferdige Dampfmaschine und eine kleine ausserordentlich nette Gramme-Dynamo mit flachen Elektromagneten, die ein Licht von ca. 1000 Kerzen hervorbringen konnte. Dieses sollte in einem Mangin'schen Reflector brennen, der, auf einem leichten Gestelle ruhend, sehr einfach auf dem Wagen befestigt oder von demselben herabgehoben und eine ziemliche Strecke seitwärts des Wagens aufgestellt werden konnte.

Der grössere (vierrädrige) Wagen (Fig. 64) trug eine stärkere Dampf- und Dynamo-Maschine nebst Kessel und abhebbarem Mangin'schen Reflector. Dieser konnte an zwei Stangen getragen und dann auf einen Fuss gestellt werden, der sehr an jene, allen Grössen anzupassenden, aus Stäbchen zusammengesetzten Gartentopfumhüllungen erinnert.

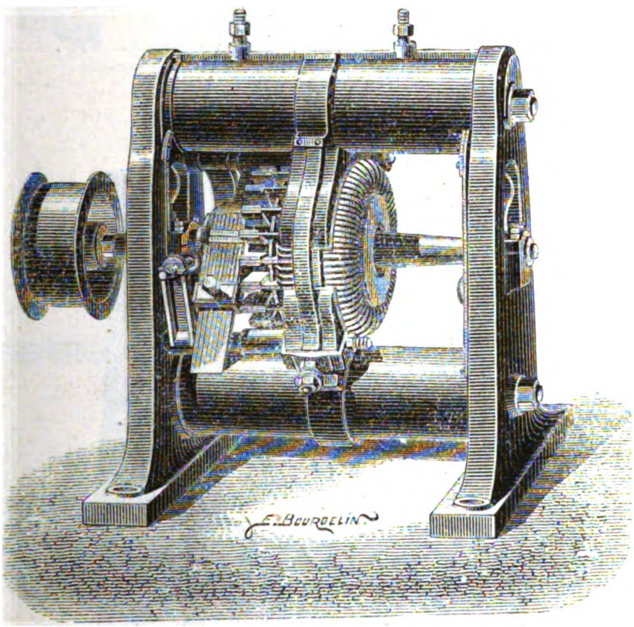


Fig. 65.

Die Kessel dieser Maschinen schienen etwas klein, und dürften eine sehr aufmerksame Bedienung verlangen, doch zeigte bei einem Versuche auf dem Laaer-Berge die lange andauernde Gleichmässigkeit des dem Reflector entströmenden Lichtstrahls, der von Mödling aus beobachtet und auf drei Kilometer Länge geschätzt wurde, vollkommen gutes Functioniren der Maschine; es soll damals die kleinste Maschine probirt worden sein.

Das französische Kriegsministerium brachte einen viel grösseren derartigen Wagen; der zugehörige Mangin stand auf einem eigenen Fahrzeuge.

Interessant war die Photographie eines Sautter'schen Beleuchtungswagens, der fünf Bogen- und zwanzig Glühlampen speisen konnte, also für passagere Beleuchtungen bei Festen oder dergleichen bestimmt schien.

Mignon & Rouart in Paris hatten mehrere Gramme-Maschinen, Type „d'atelier“, ausgestellt, welche sehr nett gearbeitet waren, und Cance'sche Lampen betrieben.

Eine grössere Anzahl Gramme'scher Licht- und Kraftübertragungs-Maschinen exponirten **Brückner, Ross & Cons. in Wien.** Zwei Einzelnlicht-Maschinen, Type *A*, waren auf einer gusseisernen Fundamentplatte mit einer kräftigen Brotherhood-Dreicylindermaschine zusammen montirt. Neben zwei Galvanoplastik-Maschinen

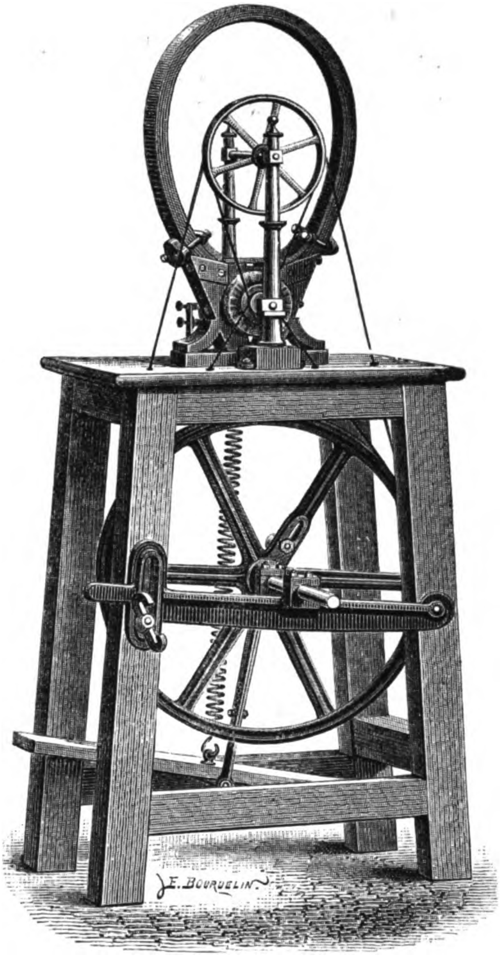


Fig. 66.

(Fig. 65) stand eine grössere Anzahl von Theilungslicht-Maschinen, 3-, 5- und 8-Licht-Maschinen (Stromstärke 23, 13 und 8 Amp.), welche von einander nur durch die Dicke der aufgewundenen Drähte zu unterscheiden waren, indem alle nach demselben erprobten Modell gebaut erschienen. Diese dienten theils zur Beleuchtung, theils zur Kraftübertragung, indem sie sich für beide Zwecke gleich gut eignen. Sie sind so einfach als möglich ausgeführt und es fehlen ihnen alle unnöthigen „Verbesserungen“; bei grosser Leistungsfähigkeit haben sie bescheidene Dimen-

sionen, und die richtig construirten, mit automatischen Schmiervasen versehenen Lager gehen auch bei der Geschwindigkeit von 1300—1400 Touren pro Minute nie warm. Die in der gehörigen Stellung nicht verstellbar befestigten Bürsten geben fast gar keine Funken am Collector, der sich bei richtiger Behandlung

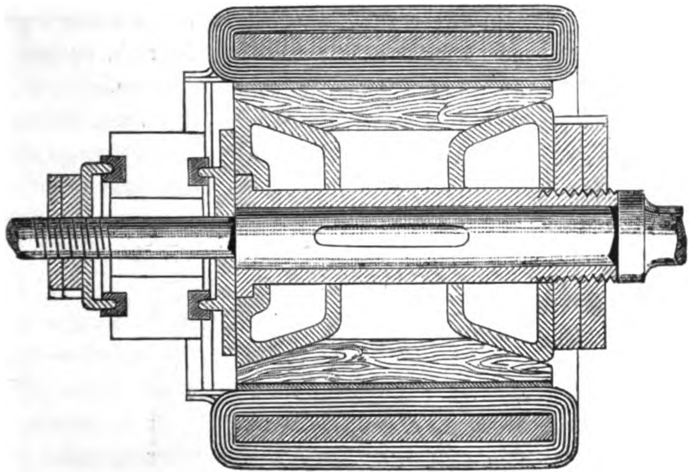


Fig. 67.

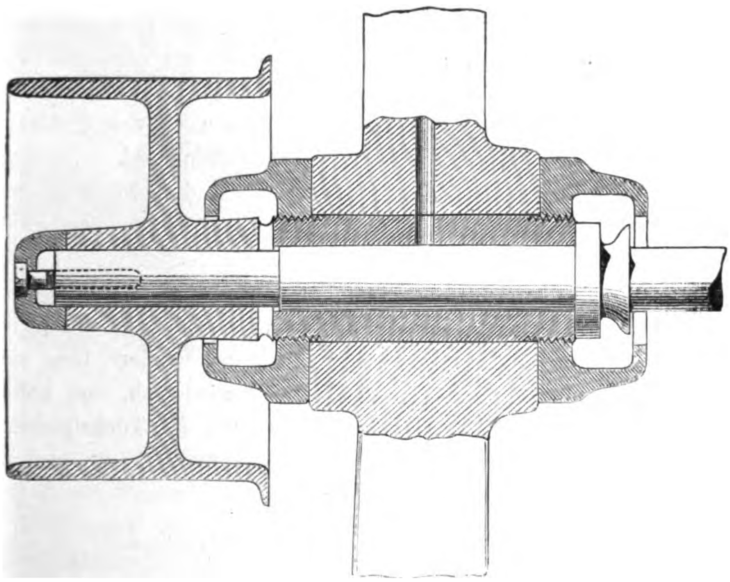


Fig. 68.

nur unmerklich abnützt, und sammt dem Ringe nach Lösung einer einzigen Schraube von der Achse genommen werden kann.

Diese in Wien gebauten Maschinen waren in den Details entschieden sorgfältiger ausgeführt, als die von dieser Firma früher aus Paris bezogenen; besonders war die ziemlich schwierige Wickelung der Ringe gut gelungen.

Bréguet in Paris hatte ausser einigen grösseren gewöhnlichen Gramme-Maschinen kleinere magnet-elektrische Cabinets-Maschinen auf seinem Ausstellungsplatze. Diese hatten grosse Magnete aus starken nach den schwächeren Dimensionen U-förmig gebogenen und sauber vernickelten Stahllamellen. Eine solche Maschine (Fig. 66) stand auf einem Tische mit Tretvorrichtung. Die Antriebschnür war vom Schwungrade sowohl direct zur Ringachse hinauf geführt, als auch über eine oberhalb dieser liegende Schnurscheibe zu dieser herab, so dass die Zapfendrücker an der Ringachse fast vollkommen aufgehoben waren.

Die schönsten Gramme-Maschinen waren unstreitig die von Heilmann, Ducommun & Steinlen in Mühlhausen, u. z. fünf Theilungslicht-Maschinen mit flachen Elektromagneten, hier Type *F* genannt, fünf Einzellicht- oder Kraftübertragungs-Maschinen Type *A*, die alte Form mit runden Elektromagneten, ferner zwei kleine Glühlicht-Maschinen für je 30 bis 35 Edison-*A*- (16 Kerzen-) Lichter.

An diesen Maschinen ist besonders die Befestigung des Ringes auf der Achse (Fig. 67) und die Lagerung der letzteren (Fig. 68) bemerkenswerth. Der Ring (Fig. 67) ist zunächst mit einer Lage Filz ausgefüttert, darin steckt ein in mehrere Theile getheilter Holzcylinder, der von zwei Bronce-Conussen auseinander getrieben wird; diese gleiten auf einer die Stahlachse umgebenden Broncebüchse und werden durch Muttern, die auf diese Büchse geschraubt sind, gegen einander gezogen. Der Collector ist gleichfalls auf eine einfache und sichere Weise zusammengehalten und mit dem Ganzen verbunden. Die Achslager (Fig. 68) sind in geeigneten Verstärkungen der Maschinenständer angebracht; sie sind mit Broncebüchsen gefüttert, welche durch zwei eigenthümlich geformte Muttern verstellt werden können, um das Längsspiel der Achse zu beschränken. In den Hohlräumen dieser Muttern sammelt sich gleichzeitig das abfliessende Schmieröl.

Die flachen Elektromagnete der *F*-Maschinen sind nicht ganz eben, sondern etwas gewölbt, was ein schöneres Aufwinden des Drahtes gestattet und auch sonst das überaus gefällige Ansehen dieser Maschinen erhöht.

Eine solche Maschine wurde einmal wegen zu geringen äusseren Widerstandes und zu grosser Geschwindigkeit so heiss, dass sie merklich rauchte; der Ingenieur liess sie aber deshalb keineswegs abstellen, sondern liess sie nur etwas langsamer laufen, — sie kühlte sich nach und nach wieder ab, und nahm nicht den geringsten Schaden, was gewiss ein deutlicher Beweis der Tüchtigkeit einer guten Gramme-Maschine ist.

b) Modificationen der Gramme-Maschine.

Die Abänderungen der Gramme-Maschine, die von vielen Firmen gebracht wurden, bestehen theils in der Anwendung eines flachen Ringes, der den Elektromagneten mehr Fläche darbietet, theils in anderen Befestigungsarten des cylinderförmigen Ringes, welche kühlende Luft durch die Armatur treten lassen, oder endlich in Verlängerung der Magnetpole in's Innere dieses Ringes.

S. Schuckert in Nürnberg hatte eine bedeutende Anzahl seiner rühmlichst bekannten Flachring-Maschinen gebracht; Bogenlicht-Maschinen mit Elektro-

magnet im directen Strome, Glühlicht- und Galvanoplastik-Maschinen mit Elektromagnet im Nebenschlusse und endlich Compound-Maschinen. (Fig. 69.)

Eine Einzellicht-Maschine war, ähnlich wie bei Sautter, Lemonnier & Co., sammt Dampfkessel und Abraham'scher Viercylinder-Dampfmaschine (Fig. 70) auf einem Wagen montirt, um als transportable Beleuchtungsanlage etwa bei Nachtarbeiten, Unglücksfällen u. dgl zu dienen. Der Dampfkessel war hier verhältnissmässig grösser als bei den früher genannten Beleuchtungswagen. Diese Maschine war vom 4. September ab bis zum Schlusse der Ausstellung allabendlich vor dem Südportale der Rotunde im Betriebe.

Eine Compound-Maschine von grossen Dimensionen, vierpolig construirt (Fig. 71), betrieb bald 350 Edison-A-Glühlichter, bald ein Bogenlicht, das alle Lampen in der Umgegend verdunkelte. Zwei andere Compound-Dynamo's, zusammen-

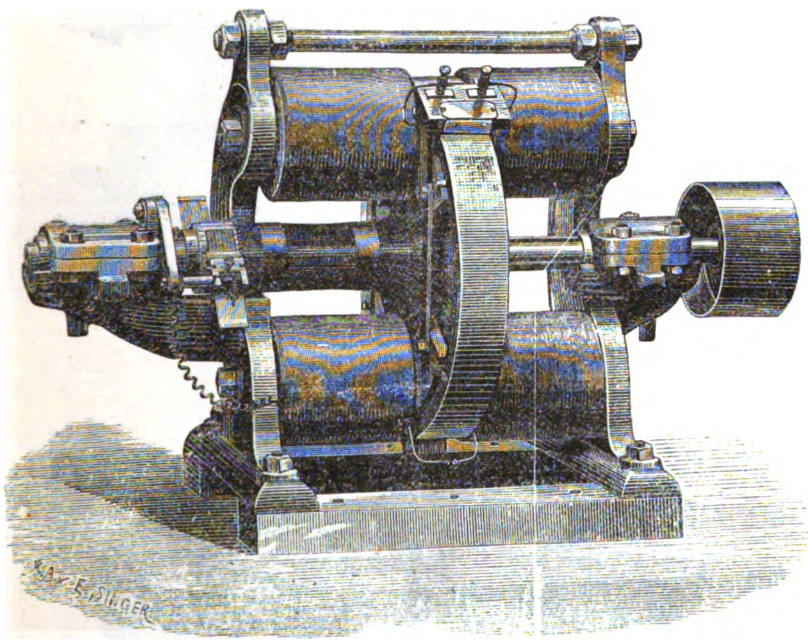


Fig. 69.

gekuppelt, betrieben durch einen Theil ihres Stroms eine kleinere Schuckert-Maschine, welche im West-Transept eine Gewehrschlosseinlass-Maschine antrieb, ein zweiter Theil dieses Stroms speiste gleichzeitig eine Anzahl Glühlampen, während ein dritter Theil nach der Südgallerie geleitet wurde, wo er zwei Bogenlampen und mehrere Glühlichter speiste, ferner wieder eine kleinere Dynamo-Maschine in Bewegung setzte, welche eine Galvanoplastik-Maschine antrieb, die der Pfannhauser'schen Exposition Strom lieferte; ein sehr interessantes und gelungenes Beispiel von Vertheilung der elektrischen Energie für die verschiedensten Zwecke.

Alle Schuckert'schen Maschinen zeichneten sich durch vorzügliche Ausführung aus. Dem flachen Ringe stehen beiderseits oben und unten breite Magnetpole gegenüber, die ihn zum grössten Theile verdecken. Der Collector liegt nicht knapp am Ringe, sondern ausserhalb der Ständer der Maschine, so dass er immer

leicht zugänglich ist. Die Schuckert-Maschinen sind bei gleicher Leistungsfähigkeit etwas grösser als Gramme-Maschinen, arbeiten aber mit ziemlich bedeutend geringeren Tourenzahlen.

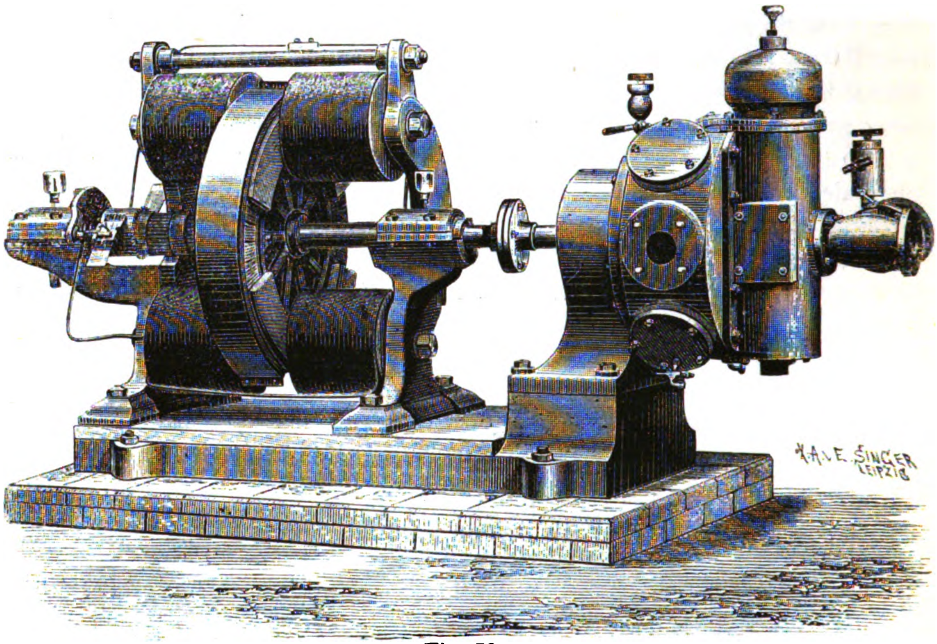


Fig. 70.

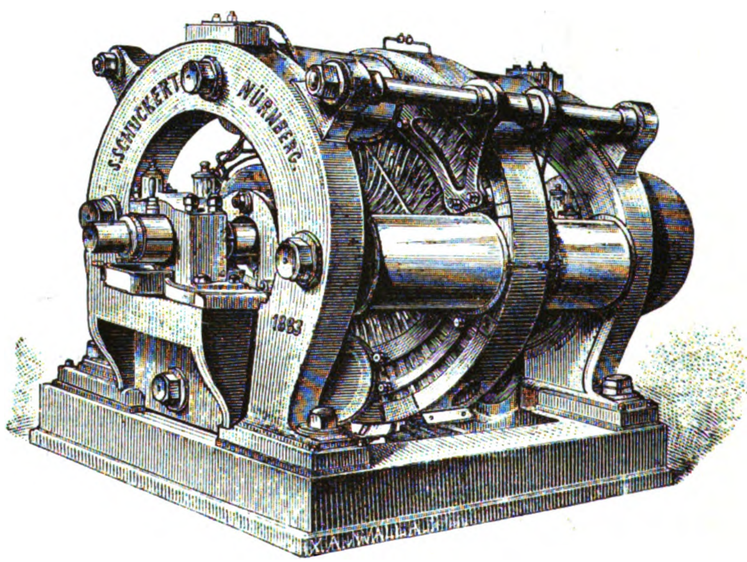


Fig. 71.

Den Schuckert'schen sehr ähnlich waren die Maschinen für Bogen- und Glühlicht von Spiecker & Co. in Cöln, sie hatten flache Ringe, die Elektromagnete lagen nicht ober- und unterhalb der Achse, sondern rechts und links (seitwärts) von dieser.

Eine ganz kleine Flachring-Maschine (Fig. 72), fast eine Copie der grossen Schuckert'schen Maschine, auf einem fahrbaren Tisch mit Schwungrad- und Vorgelegswelle befestigt, war von Gebrüder Fraas in Wunsiedel (Baiern) ausgestellt. Diese Vorrichtung, durch einen Mann betrieben, wurde zu interessanten Schul-Experimenten benützt: man glühte längere Drähte, speiste fünf Edison-*B*-Lampen oder eine Mondos-Bogenlampe, oder setzte durch den Strom eine zweite Dynamo in Bewegung, die eine Nähmaschine antrieb etc.

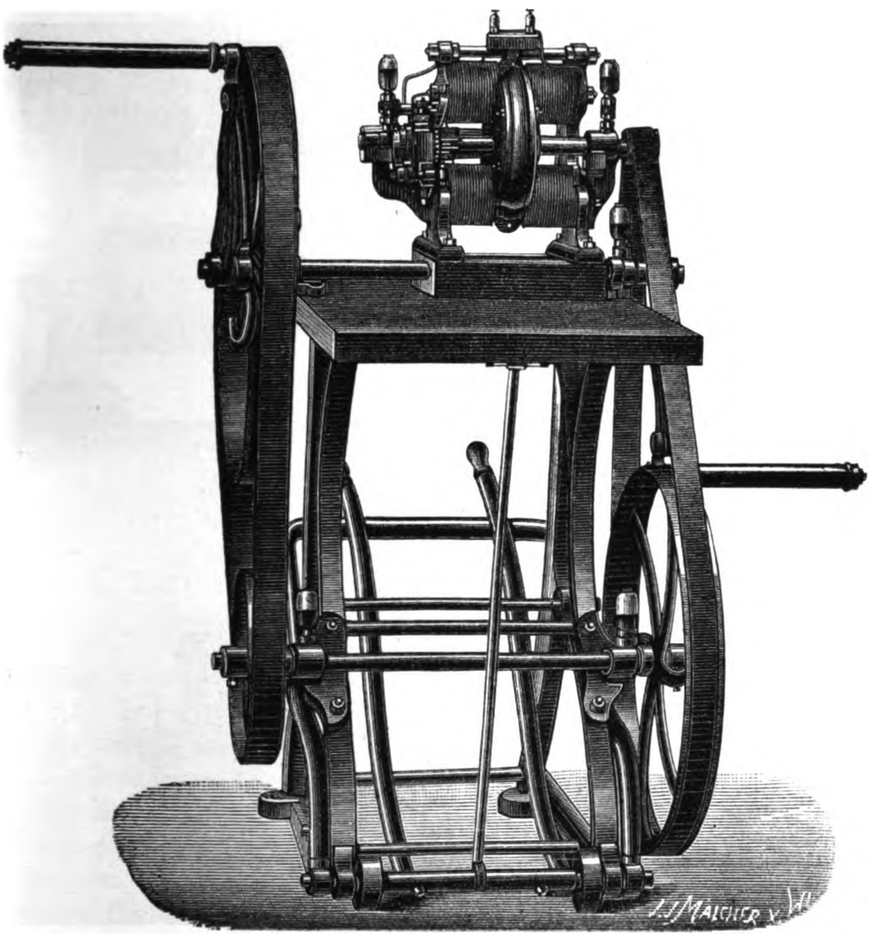


Fig. 72.

Die Maschinen von Alphons J. Gravier in Warschau sahen äusserlich den bekannten Siemens-Wechselstrom-Maschinen sehr ähnlich. Sie hatten einen sehr flachen Ring von 0·75 *m* Durchmesser und 30 *mm* Breite, bestehend aus einem Eisendrahtkerne, dessen Kupferdrahtbewickelung durch Kupferstäbchen von 120·9 mm^2 Querschnitt ersetzt waren, so dass der Widerstand des Ringes verschwindend klein, 0·004 Ohm, war. Des sehr starken Stromes halber musste der Collector sehr lang werden; er war deshalb in zwei Theile getheilt und an beiden

Seiten des Ringes mit je zwei Bürsten angebracht. Jeder Fläche des Ringes standen nicht zwei, sondern sechszehn Elektromagnetpole gegenüber, von denen je acht Südpole (z. B. die rechts von der Mitte stehenden) und je acht Nordpole (die linken) waren, so dass die Maschine eigentlich nur eine zweipolige sein konnte. Diese Elektromagnete sollten von besonderen kleinen Dynamo-Maschinen gespeist werden, so dass der innere Widerstand der Maschine wirklich nur jene 0·004 Ohm betrug.

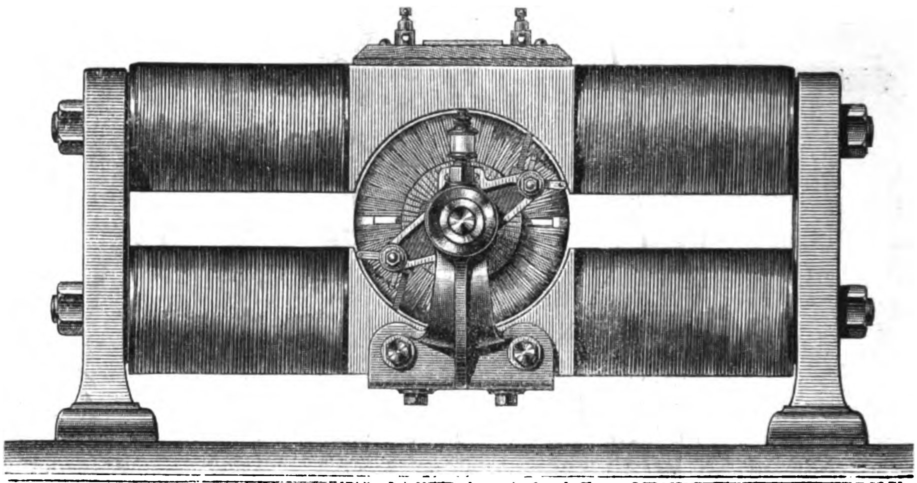


Fig. 73.

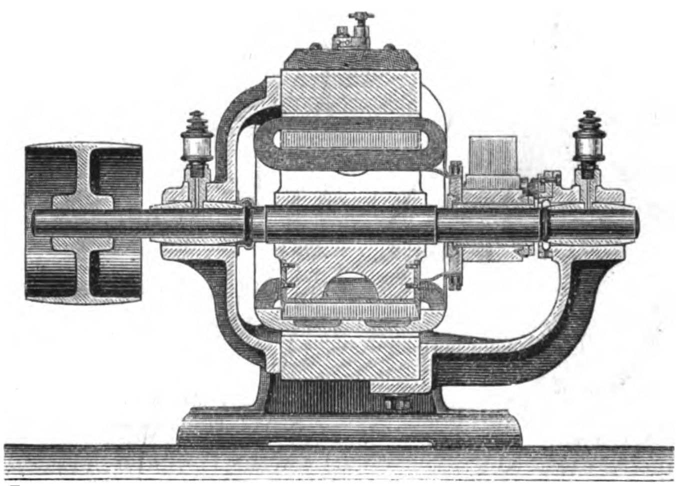


Fig. 74.

Zwei solche Maschinen sollten nun, gegen einander geschaltet, nach einem ganz eigenthümlichen Vertheilungssystem eine grosse Anzahl neben einander geschalteter Bogen- und Glühlampen, Motoren etc. mit Strom versehen; da aber die eine der beiden Maschinen beschädigt anlangte, und ihre Reparatur vor Schluss der Ausstellung nicht beendet war, kamen nur die kleinen Maschinen, welche die

grossen hätten anregen sollen, in Betrieb, und speisten nur einige wenige Bogen- und Glühlampen, sowie den Jüllig'schen elektrischen Kochapparat.

Egger, Kremenezky & Co. in Wien brachten sowohl Flachring- als auch Cylinderring-Maschinen. Bei beiden ist die Ausführung sehr solid, die Lagerconstruction besonders sehr sinnreich. Die Elektromagnete der Flachring-Maschinen lagen ähnlich wie bei Spiecker neben- und nicht übereinander.

Bei den Cylinderring-Maschinen (Fig. 73 und 74) sind die Elektro-Magnete entfernt ähnlich wie bei den alten Siemens-Maschinen angeordnet; die Ringachse liegt querüber und ist in Broncebügeln, die an die Polschuhe geschraubt sind, sehr sicher gelagert. Der Ring ist nicht wie bei den echten Gramme-Maschinen auf einen Holzconus gepresst, sondern er ist an drei Metallarmen befestigt, so dass er innen ganz hohl bleibt, was zu seiner Kühlung ebenso beiträgt, wie der Umstand, dass der Eisenkern aus Blechringen besteht, die einander nicht berühren, zwischen denen also auch die Luft circuliren kann. Als besondere Vorzüge mögen noch hervorgehoben werden die beweglichen Sellers'schen Lager, mit selbstthätiger Schmiervorrichtung, und die leichte Auswechselbarkeit des Collectors, an den die Ringdrahtenden nicht gelöthet, sondern geschraubt sind.

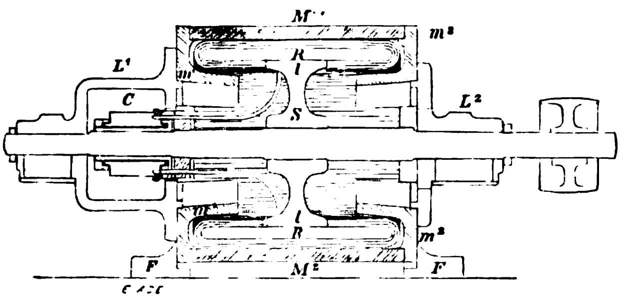


Fig. 75.

Einige dieser Maschinen waren als Compound-Maschinen ausgeführt, andere hatten zwei Collectoren und gaben zwei von einander ganz getrennte Ströme, von denen der eine nur zum Anregen der Elektromagnete benützt wurde, welche also ganz unabhängig von den Vorgängen im anderen Stromkreise waren, der Lampen oder Accumulatoren speiste. Eine solche für Eisenbahnzugs-Beleuchtung bestimmte Maschine stand im Beleuchtungs-Waggon der Südbahn. Diese Maschinen scheinen sich sehr gut zu halten, geben fast keine Funken am Collector, und bleiben auch bei starker Beanspruchung verhältnismässig sehr kühl.

Die Dynamo-Maschinen, welche Neumann, Schwarz & Weill in Freiburg zum Betriebe von Bogenlichtern im Kesselhause beim Müller-Klasek-schen Motor aufgestellt hatten, war mit einem grossen Elektromagnete, wie die 60-Lampen-Edison-Maschine ausgerüstet, zwischen dessen Polen ein Gramme-Ring umlief.

Die beiden Reflectoren oberhalb des Südportals wurden von zwei Maxim-Maschinen der United States Electric Lighting Company in Newyork gespeist. Diese haben ganz das Exterieur einer Siemens-Maschine, besitzen aber eine langgestreckte Ring-Armatur. Dieser Ring hat wieder einen

aus Blechscheiben gebildeten Eisenkern; die Scheiben haben eine zahnradähnliche Form, und der Inductionsdraht ist in die Längsnuthen des Eisenkernes gewickelt, so dass dieser zwischen den Drahtlagen vorstand, und so sehr nahe an die Magnetpole herankam. Der Ring war wieder innen hohl, also gut ventilirt.

Die Maschinen von L. E. Schwerd in Carlsruhe waren die ersten, deren Aufstellung beendet und die in Betrieb gesetzt wurden. Die Elektromagnete sind hier wieder ähnlich wie bei den alten Siemens-Maschinen angeordnet; die Pole *M* (Fig. 75) tragen aber Verlängerungen *m*, die in's Innere des Ringes *R* reichen, und auch dort strominducirend auf die vorübereilenden Ringdrähte einwirken, so dass diese Drähte besser ausgenützt werden, weshalb Gewicht und Dimensionen dieser Maschinen bei guter Leistungsfähigkeit sehr gering sind.

Zwei dieser Maschinen hatten die Elektromagnete im directen Strom und speisten dreizehn der vorzüglichen Schwerd'schen Bogenlampen, während zum

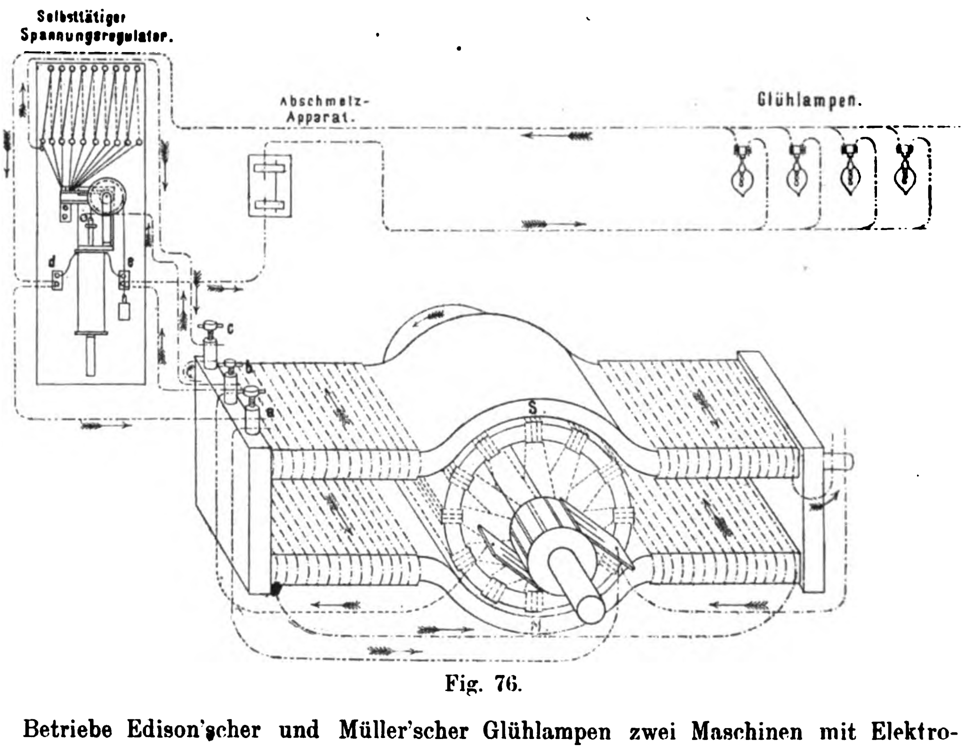


Fig. 76.

Betriebe Edison'scher und Müller'scher Glühlampen zwei Maschinen mit Elektromagneten im Nebenschlusse dienten.

Compound-Maschinen wendet Schwerd bis jetzt nicht an, da dieselben nicht leicht auszuführen, und doch nur bei richtiger Geschwindigkeit die richtige Klemmenspannung liefern, ein guter automatischer Regulator aber auch Schwankungen in der Geschwindigkeit unfühlbar machen kann.

Ein solcher Regulator (Fig. 76 und 77) wird bei Nebenschluss-Maschinen angewendet, um bei steigender oder sinkender Klemmenspannung mehr oder weniger Widerstand in den Elektromagnet-Zweigstrom einzuschalten. Zwei Solenoide S_1 S_2 (Fig. 77) ziehen einen *U*-förmigen Eisenkern *E* mehr oder weniger auf-

wärts, der durch einen kleinen Kolben p im Glyceringefässe F an zu raschen Bewegungen gehindert und durch ein Gewichtchen g theilweise ausbalancirt wird. Durch eine Bewegung dieses Eisenkerns wird die Rolle R und mit dieser die Walze A gedreht, deren langgestreckter erhöhter Schraubengang in jeder anderen Stellung eine andere der Contactfedern a—b berührt, und so mehr oder weniger von den Widerständen ff einschaltet. Da nun die Solenoide S_1 S_2 gerade so wie eine Glühlampe in einen Zweig des Hauptstroms geschaltet sind, so wird, wenn durch Ausschalten mehrerer Glühlampen oder rascheres Laufen der Maschine die Klemmenspannung wächst, auch der durch S_1 S_2 gehende Strom wachsen, E hinauf-

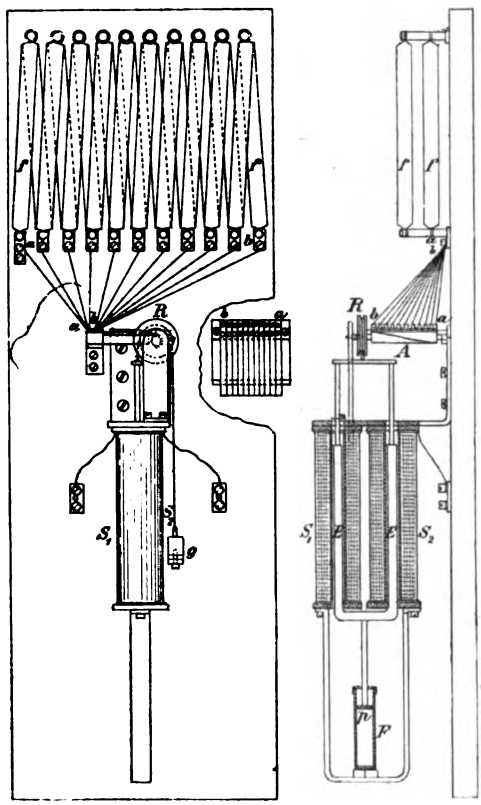


Fig. 77.

ziehen, somit R und A drehen, wodurch mehr Widerstände ff in den Elektromagnet-Zweigstrom geschaltet werden, bis die Klemmenspannung beinahe genau dieselbe ist, wie vorher.

Unter den Maschinen von Franz Kröttlinger in Wien verdienen ganz besonders die kleinen, für Hand- und Motorenbetrieb, hervorgehoben zu werden. Diese in Lehranstalten, Laboratorien etc. sehr verbreiteten Apparate sind bei geringen Preisen sehr nett und practisch ausgeführt, dabei ausserordentlich leistungsfähig; eine solche kleinere Maschine ersetzt z. B. durch einen Mann betrieben, 15 bis 20 grosse Bunsen-Elemente, und speist mit $^1/_4$ Pferdekraft angetrieben 5 Swan-Lampen à 10 Kerzen. Der Gramme'sche Ring ist hier wieder

auf der Achse mittels eines Holzconus befestigt, und der Collector ist, obgleich er sich nur unmerklich abnützt, sehr lang, so dass man nach geschehener Abnützung an einer Stelle, die Bürsten an eine andere Stelle schieben kann. Die Elektromagnetkerne sind der Solidität und der besseren magnetischen Wirkung halber aus einem Stücke Schmiedeisen gebogen, und ihre gusseisernen Polschuhe ragen an einer Seite weit in den Ring hinein.

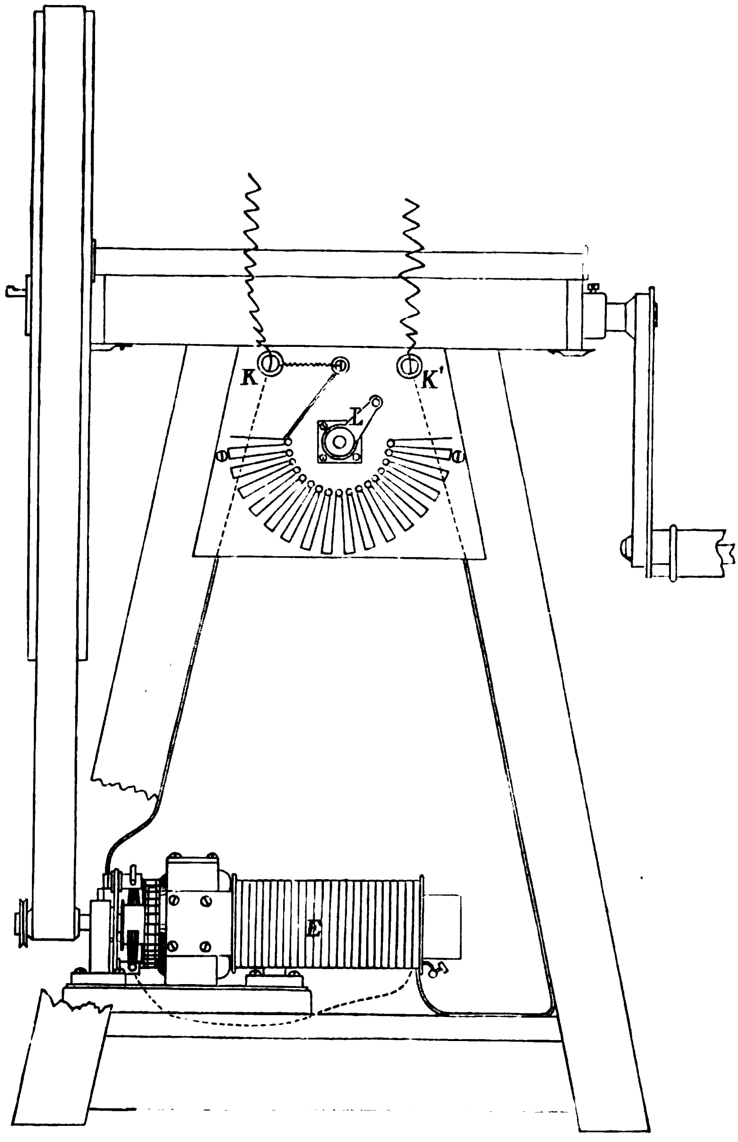


Fig. 78.

Für Handbetrieb ist die Maschine entweder an einem Tisch befestigt (Fig. 78) und dient, vermittelst Schwungrad und Riemen angetrieben, für Schul- und Laboratoriumsversuche, oder sie ist in einem Kasten verschlossen, und dient, mit

Zahnradvorgelegen angetrieben, für optische Signalisirung mittelst Bogenlicht zu Kriegszwecken.

Eine grosse Maschine diente zur Speisung eines sehr starken Bogenlichtes; bei ihr ragten die Polschuhe nicht in den Ring hinein, und dieser war an einer Seite mit Blechscheiben versehen, die einen mässigen Luftzug herstellten, der den Ring kühl erhielt.

Die Maschinen von C. & E. Fein in Stuttgart (Fig. 79) tragen ebenfalls Fortsätze an den Magnetpolschuhen, die von einer Seite in's Innere des Ringes reichen. An der anderen Seite ist der Ring an vier Metallarme befestigt, die fest auf der rotirenden Achse sitzen. Die Fortsätze der Magnetpolschuhe können abgenommen werden, um zu zeigen, dass eine Maschine ohne dieselben schwächer wirkt.

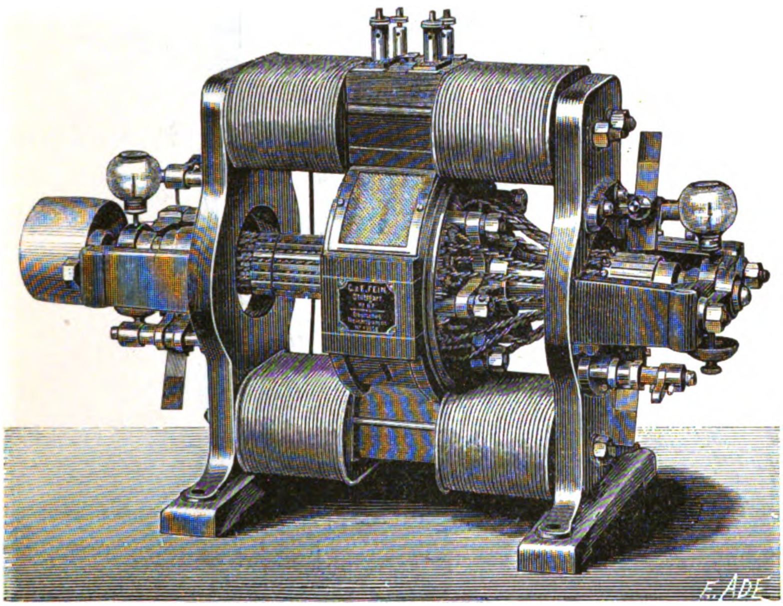


Fig. 79.

In der Ausstellung befand sich eine Fein'sche Cabinets-Maschine (Fig. 80); diese stand auf einem Brette, daneben eine Gusseisensäule mit Tischplatte, Schwungradachse zum Antriebe der Maschine und Rheostat zum Reguliren des Stromes, der auch als Nebenschluss benützt werden kann, wenn man hohe Widerstände im Hauptschliessungskreise hat.

Die Jürgensen-Maschinen, von E. Jüngers in Kopenhagen (Fig. 81) ausgestellt, von der einige Exemplare im Kesselhause im Betriebe waren, besitzen einen Gramme-Ring, der mit vier Armen an der Achse befestigt, im Innern zwei, respective vier feststehende Elektromagnete enthält, welche den äusseren Magnetpolen die gleichen Pole zuwenden; dadurch werden die inneren Ringwindungen ebenfalls zur Stromerzeugung herangezogen. Die Bewicklung der krummen Elektromagnetschenkel ist gegen die Pole hin stärker, und die einzelnen Windungen liegen nicht dicht nebeneinander, sondern sind durch Stiftchen auseinandergehalten;

dies und der hohle Ring gestatten eine hohe Beanspruchung der Maschine, ohne dass dieselbe zu heiss wird.

Die kleine Cabinets-Maschine von Robert Moessen in Wien (Fig. 82) ist insofernè der vorhergehenden ähnlich, als in dem hohlen Ringe, der wieder durch ein Metallkreuz mit der Achse verbunden ist, ein starker Elektromagnet fest steht. Diese kleine Maschine war von hoher Wirksamkeit und schien hinter ähnlichen. auf der Ausstellung befindlichen, nicht zurückzustehen.

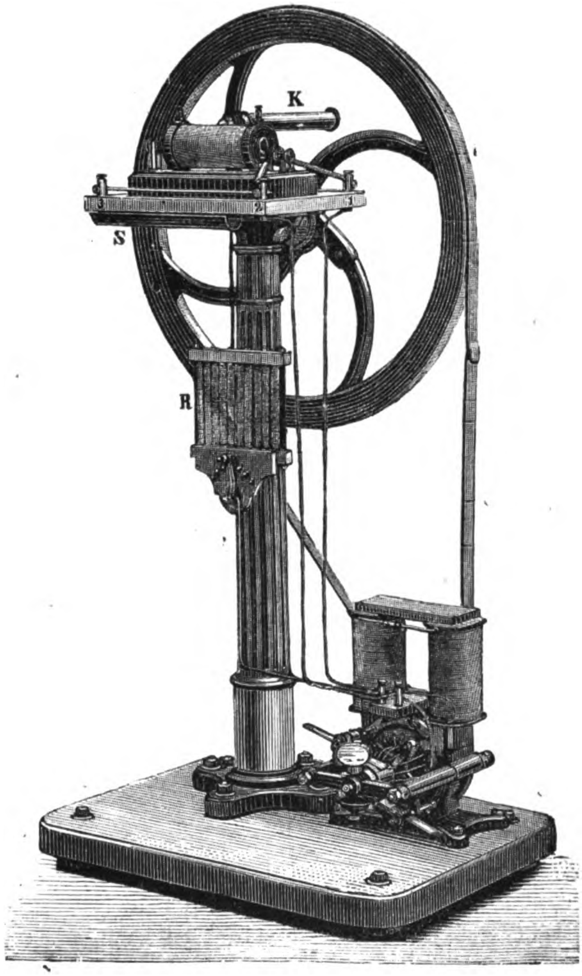


Fig. 80.

Eine bedeutende Abweichung von der Gramme-Maschine zeigte die Maschine von Emil Bürgin in Basel. (Fig. 83.) Aeusserlich ähnlich wie die älteren horizontalen Siemens-Maschinen angeordnet, besitzt die Maschine eine Armatur, die aus zehn Ringen besteht. Der aus Eisendraht gewickelte Kern jedes dieser Ringe bildet ein regelmässiges Sechseck mit abgerundeten Ecken, dessen gerade Seiten je mit einer in der Mitte dickeren Drahtspule bewickelt sind, so dass der ganze Ring aussen kreisrund wird und die abgerundeten Ecken des Eisendrahtkernes

zwischen den Inductionsspulen hervorsehen. Von innen stemmen sich in diese Ecken die sechs Arme eines Radsternes, dessen Nabe fest auf der Maschinachse sitzt. Die zehn Ringe sind, jeder gegen den vorhergehenden, so weit verdreht (6°), dass ein elfter Ring wieder zum ersten parallel stehen möchte, und jede Drahtspule ist mit der, etwas verschoben hinter ihr liegenden des nächsten Ringes und dem Collector so verbunden, wie die neben einander liegenden Abtheilungen auf einem Gramme'schen Ring.

Die Befestigung der Ringe auf der Achse ist eine sehr sichere, die Lagerung der Achse eine sehr solide; durch die vollständige Trennung der einzelnen Inductionsspulen von einander scheint die Gefahr eines Durchschlagens der Isolation beseitigt, während der hohle, luftige Bau der ganzen Armatur derselben die ausgiebigste Luftkühlung sichert.

Diese Maschinen sollen in England sehr verbreitet sein, und einen ausserordentlichen Nutzeffect ergeben.

Einige solche Maschinen mit Elektromagnet im directen Strome speisten Bürgin'sche und Crompton'sche Bogenlampen, andere mit Elektromagnet im Nebenschlusse versorgten eine grössere Anzahl Glühlichter.

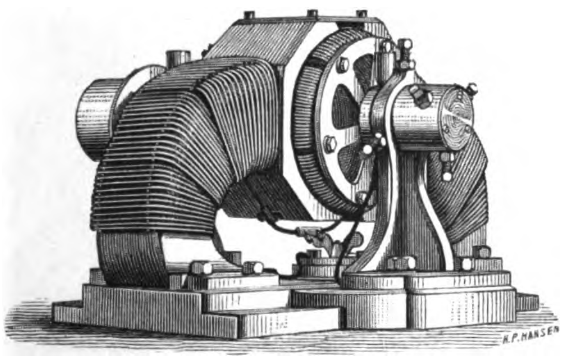


Fig. 81.

Die Brush-Maschinen der International Electric Company waren die einzigen, deren rotirende Armatur einen massiven Eisenkern, und zwar aus Gusseisen hatte. Dieser Kern, ein flacher Ring, hat an beiden Seiten acht oder zwölf tiefe, radiale überall gleich breite Einschnitte, in welche die Inductionsspulen gewunden sind; zwischen diesen stehen nun acht, respective zwölf Gusseisenblöcke vor, die während der Rotation sehr nahe an die Elektromagnetpole herantreten, so dass der Ringkern sehr kräftig magnetisirt wird. Die Inductionsspulen sind, abweichend von allen bisher erwähnten Constructionen, nicht so wie bei Gramme mit einander und dem Collector verbunden, sondern es sind je zwei einander gegenüber liegende Spulen aus einem Draht gebildet, dessen Enden mit zwei einander gegenüberstehenden Kupferhalbringen des Commutators verbunden sind. Der ganze Commutator besteht nun aus vier, respective sechs solchen paarweise nebeneinander angeordneten Ringen; jedes Paar gehört zu zwei aufeinander senkrechten Spulenpaaren der Armatur, und wird von einem Bürsten- oder Schleifblechpaare berührt. Die vier, respective sechs Schleifbleche geben zwei, respective

drei Ströme ab, die auf Spannung gekuppelt werden, indem man das positive Schleifblech des einen Paares mit dem negativen des anderen verbindet.

Die kleineren Maschinen, bis für sechszehn Bogenlichter, hatten acht Spulen auf der rotirenden Armatur, daher zwei Ringpaare auf dem Commutator; die Vierzig-Lichtmaschinen hatten zwölf Inductionsspulen und drei Ringpaare auf dem Commutator.

Die beiden Elektromagnete, eigentlich Elektromagnetpaare, sind ähnlich wie bei Schuckert angeordnet, indem sie die Armatur von beiden Seiten induciren.

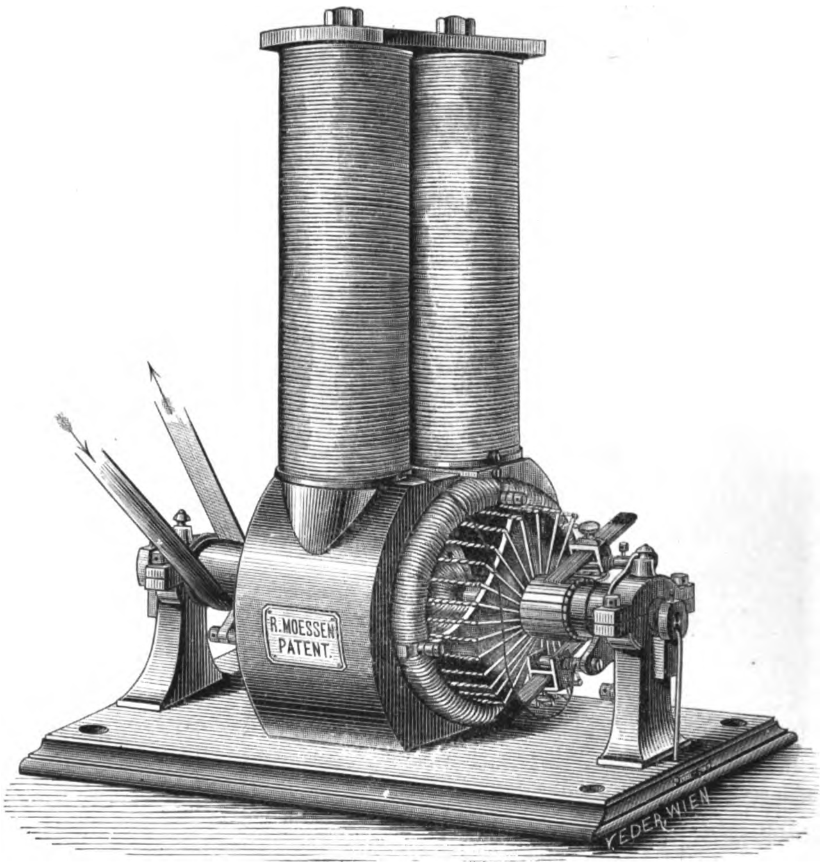


Fig 82.

Die Elektromagnete liegen bei Bogenlicht-Maschinen im directen Strome, und die Enden ihres Umwindungsdrahtes sind mit zwei Klemmen in Verbindung, zwischen welche man einen variablen Widerstand einschalten kann, um so die Leistung der Maschine zu reguliren; wenn man z. B. in den Stromkreis einer Vierzig-Licht-Maschine nur 20 Lichter eingeschaltet hat, so wird der Strom wegen des geringeren äusseren Widerstandes zu stark werden; man lässt nun weniger Strom um die Elektromagnete und mehr durch den Seitenweg gehen, bis durch die Schwächung der Elektromagnete der Strom auf seine normale Stärke (10 Ampère) sinkt. Die Regulirung des Widerstandes im Seitenwege ge-

schieht entweder von Hand, oder mittelst automatischer Kohlenplattenregulatoren, welche direct oder indirect vom Hauptstrom bethätigt werden. Bei einem dieser Regulatoren geht der Strom um ein Solenoid, in welches er einen Eisenkern mehr oder weniger kräftig hineinzieht, wodurch eine grosse Anzahl aufeinandergeschichteter Kohlenplättchen mehr oder weniger aufeinandergepresst werden, so dass, da die Plättchen eben jenen variablen Widerstand bilden, der beim stärkeren Pressen geringer wird, mehr oder weniger Strom den Seitenweg geht. Bei einem anderen Regulator bewirkt ein Wachsen oder Abnehmen des Hauptstromes die Kupplung einer Schraube mit einer rotirenden Achse, so dass die Schraube, die auf die Kohlenplättchen drückt, angezogen oder gelüftet wird.

Bei Glühlicht - Maschinen liegen die dünner bewickelten Elektromagnete im Nebenschluss, und können wieder automatisch oder von Hand regulirt werden.

Die beiden ausgestellten Vierzig-Lichtmaschinen (Fig. 84) gaben einen Strom von 8—10 Ampère Stromintensität, und 2000—2400 Volt Spannung. Da sie vierzig

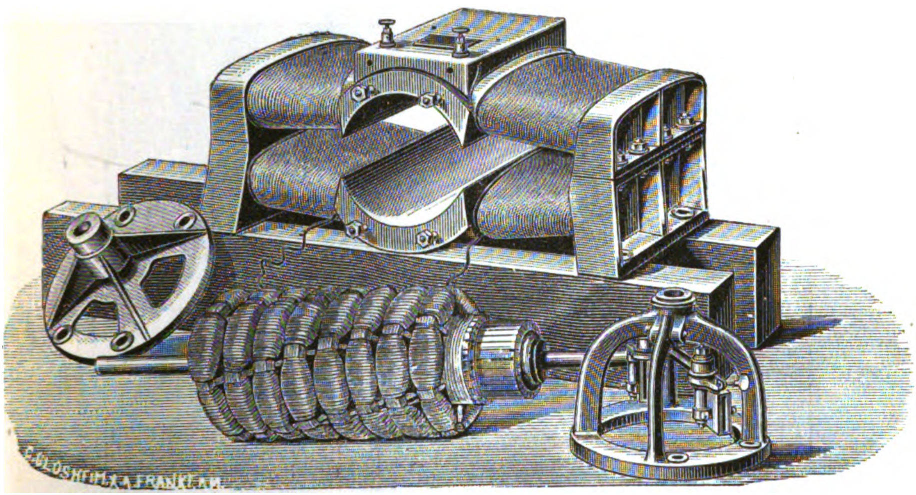


Fig. 83.

Bogenlichter in einem Stromkreise speisen können, ist ihre Anwendung eine sehr bequeme, man braucht für eine grosse Beleuchtungsanlage nur eine Maschine, und erspart viel an Leitungen, indem man nur einen Draht durch alle zu beleuchtenden Räume führen muss, die ziemlich weit auseinander liegen können; hat man einen guten automatischen Regulator, so kann man auch nach Belieben einzelne Lichter verlöschen und wieder entzünden.

Der ausserordentlich hochgespannte Strom muss einige Bedenken erregen, denn thatsächlich sind demselben schon mehr als ein Menschenleben zum Opfer gefallen; auch scheint in Folge dieser hohen Spannung die Maschine weniger betriebssicher zu sein, es tritt leichter ein Durchschlagen der Isolirung des Armaturdrahtes (nigger) ein, als bei Maschinen mit mässiger Spannung. Der gusseiserne Ring wurde bei der Ausstellungsmaschine sehr heiss; es ist dies die Folge von in ihm entstehenden Strömen, die auch einen Theil der aufgewendeten Arbeit für sich

verbrauchen; ferner bietet das Gusseisen dem Fortwandern der inducirten Magnetpole im Ringe grösseren Widerstand, als Schmiedeisen oder gar Eisendraht.

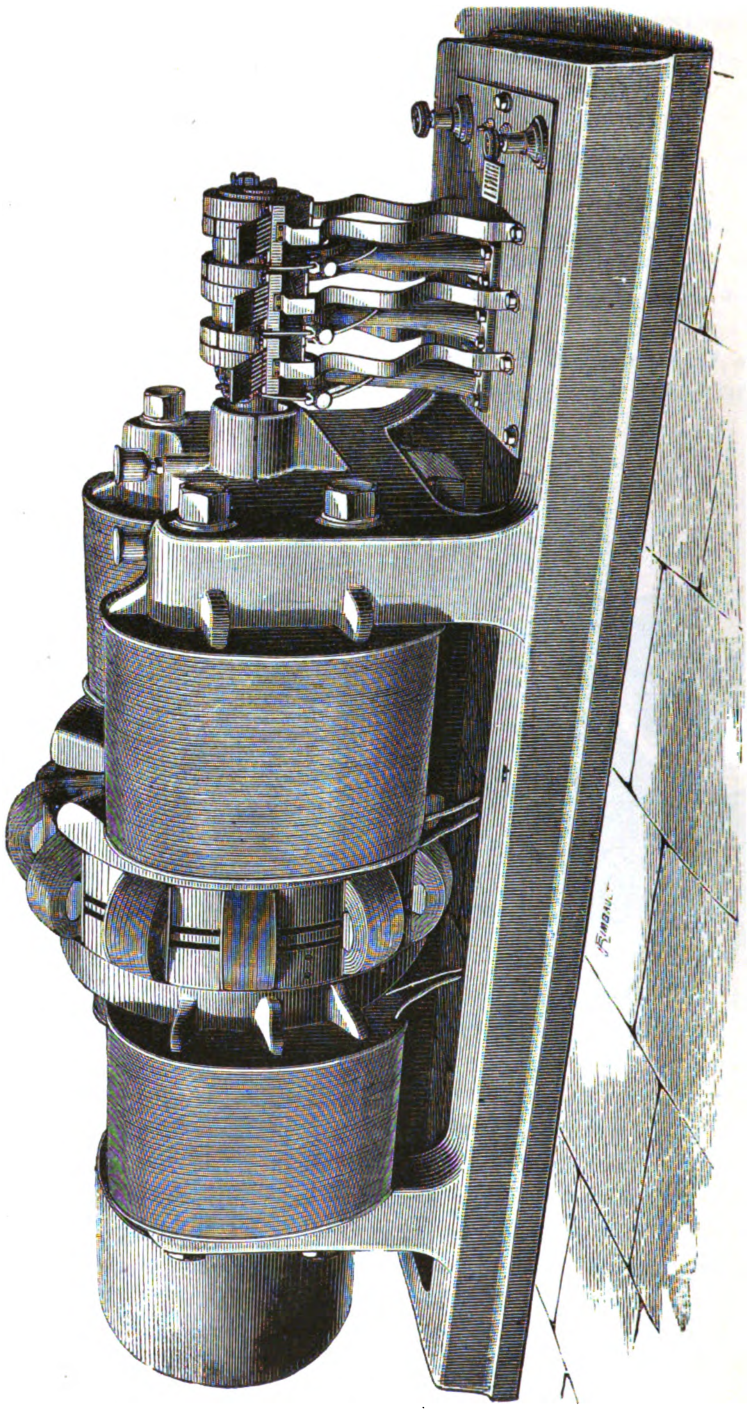


Fig. 81.

Was die Ausführung dieser Maschinen anbelangt, ist dieselbe eine sehr sorgfältige und technisch vollkommen durchgebildete. Auf einem soliden gusseisernen Bette ruhen die Elektromagnetträger, in welche die Achse gelagert ist. An dieser ist der Ring mittelst eines kräftigen Metall- (Neusilber-) Kreuzes sehr sicher befestiget. An der Commutatorseite trägt die Welle dort, wo sie gelagert ist, einen heiss aufgezogenen Muff mit inneren Längsnuthen; durch diese Nuthen passiren die Drähte, die vom Ring zum Commutator führen, das Lager. Der Commutator liegt also vollkommen zugänglich, ausserhalb der Lager, und seine Schleifbleche sind in bequemer Weise verstellbar; man stellt sie so ein, dass an ihren Enden

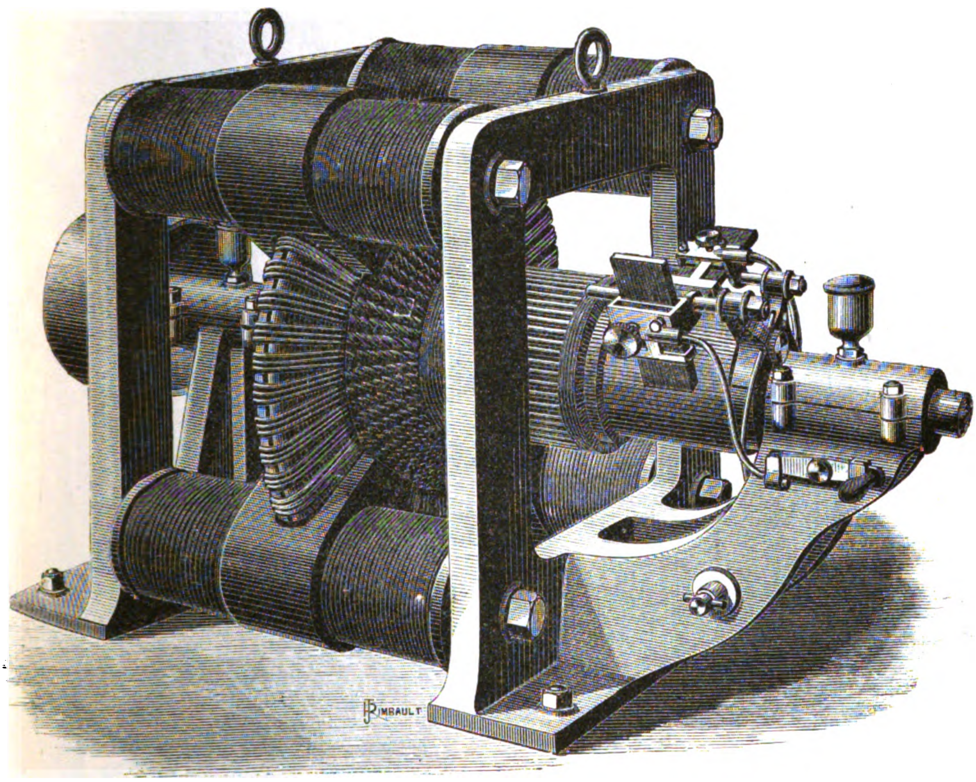


Fig. 85.

die geringsten Funken auftreten. Das andere Lager ist ein sogenanntes Kammlager; der Lagerhals der Achse trägt einige ringsherum laufende Erhöhungen, die in die Weissmetall-Lagerfütterung passen, so dass sich die Achse nicht in der Längsrichtung verschieben kann.

Die gleichfalls bei der International Electric Company aufgestellt gewesenen „Victoria"-Maschinen (nach Mordey) (Fig. 85), haben grosse Aehnlichkeit mit vierpoligen Schuckert-Maschinen. Vermöge Verbindung der betreffenden Collectortheile, respective Ringspulen-Enden braucht die Maschine nur zwei, unter einem rechten Winkel gegeneinander stehende Ableitungsbürsten. Die Elektromagnete waren ausserordentlich kurz und lagen im Nebenschluss, ihre Polschuhe

waren gar nicht viel breiter als die cylindrischen Elektromagnetspulen, so dass der grösste Theil des Ringes frei, und nicht direct von Magnetpolen beeinflusst war. Bei anderen Maschinen sind die Polschuhe bekanntlich so verbreitert, dass sie den grössten Theil des Ringes bedecken. Eine solche Maschine speiste 100 Glühlichter.

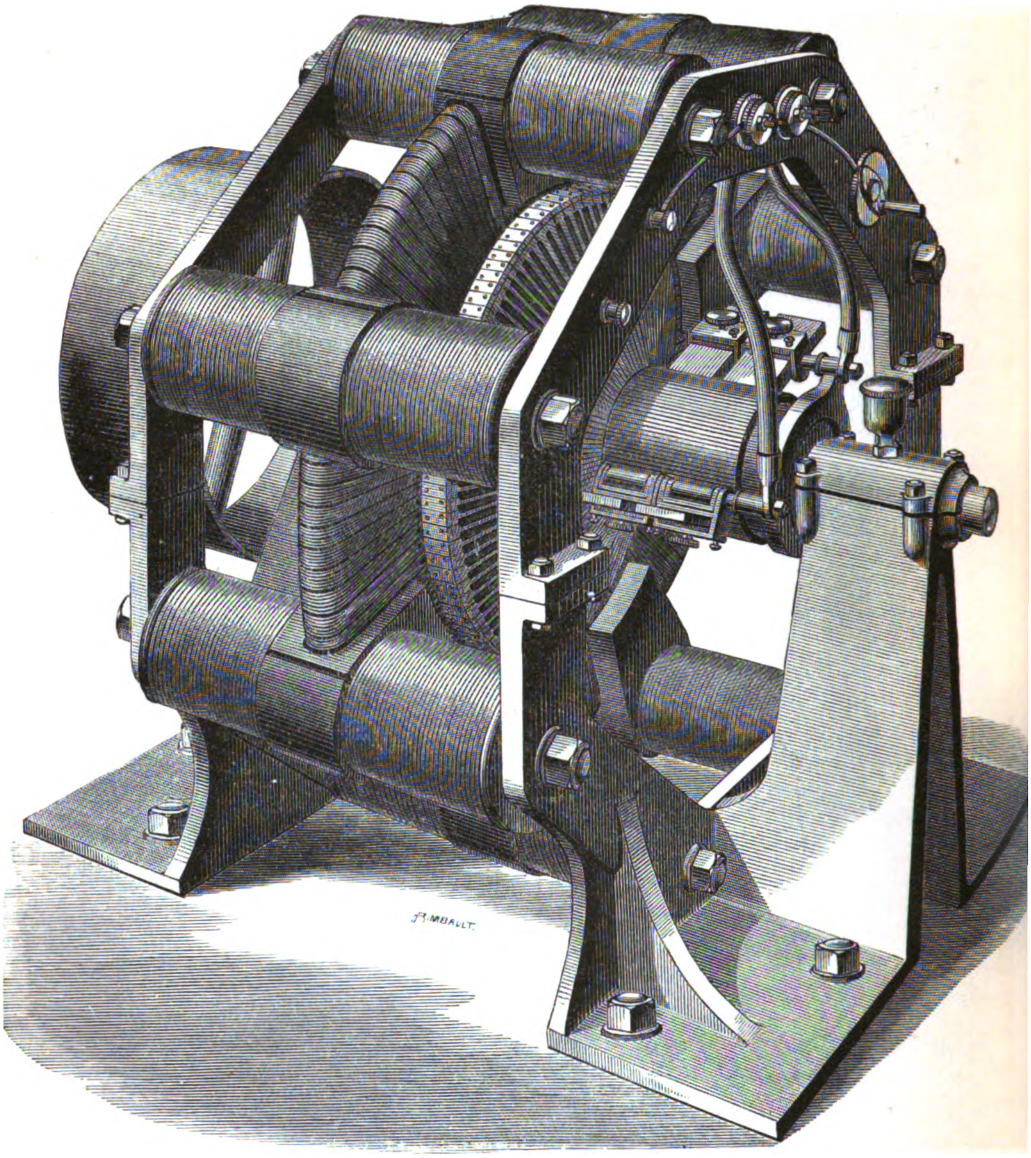


Fig. 86.

In Herrn Volckmars Bretterbude an der Sophien-Brücke stand ebenfalls eine solche Maschine neben einem Locomobile, und lud die Accumulatoren des elektrischen Bootes.

Grössere Maschinen dieses Systems werden auch achtpolig gebaut (Fig. 86), diese besitzen ebenfalls nur zwei Bürsten.

Von allen ausgestellten Gleichstrom-Maschinen waren beinahe 75% Ring-Maschinen und nur circa 25% Trommel-Maschinen. Die Anhänger der Ring-Maschinen setzen an den letzteren aus, dass sie gewöhnlich mehr Funken am Collector geben, was sich auch theoretisch begründen lasse, dass sie ferner bei höheren Spannungen weniger zuverlässlich seien, als die Ring-Maschinen, indem an den Stirnflächen der Trommel, wo alle Drähte übereinander kommen und einen dicken Wulst bilden, auch solche Drähte einander nahe liegen, zwischen welchen bedeutende Spannungs-Differenzen herrschen, so dass ein Durchschlagen der Isolation dieser Drähte leicht eintritt. Die Drahtwülste an den Trommelenden bilden endlich unnöthigen Strom-Widerstand, indem in diesen Drahtpartien kein Strom inducirt wird; diess falle besonders bei kurzen Trommeln sehr in's Gewicht. — Andererseits wird den Ringmaschinen nachgesagt, dass bei gewöhnlichen Cylinderring-Maschinen nur ein kleiner Theil des Ringdrahtes stromerzeugend wirke, und alles übrige, so der ganze im Ringinneren liegende Draht unwirksam sei. Das kann aber nicht so arg sein, denn sonst müssten z. B. Schuckert-Maschinen den Gramme'schen um das Doppelte überlegen sein. Es soll übrigens ein Versuch gelehrt haben, dass eine Schuckert-Maschine auch nicht gar so viel weniger gut wirke, wenn man die Elektromagnete der einen Ringseite abgenommen hat. Die Wickelung einer Ring-Armatur macht besonders bei Cylinderringen entschieden mehr Schwierigkeiten als die einer Trommel, auch dürfte sich die Verbindung mit der Achse bei der Trommel leichter solid herstellen lassen.

2. Trommel-Maschinen.

Trommel-Maschinen waren die von Siemens & Halske, Ganz & Co., Edison, Weston, Elphinstone & Vincent; endlich können auch die von Gérard und Griscom hieher gerechnet werden.

Von den vielen Gleichstrom-Maschinen der Firma Siemens & Halske hatten einige die Elektromagnete im directen Strome, die anderen waren Compound-Dynamos. Bis auf eine elektro-metallurgische Maschine hatten alle aufrechte Elektromagnete, deren beiderseitige Kerne aus gebogenen Eisenlamellen hergestellt, unten an die solide Grundplatte, oben mittelst einer Eisen-Zwischenlage aneinander festgeschraubt waren. Aus den Figuren 87 und 88 kann man die beiden Modificationen in der Anordnung der Magnete ersehen. Auf der Grundplatte standen abgesondert die beiden Lagerständer für die Achse. Die einzelnen Windungsabtheilungen auf der Trommel waren von einander durch Holzstücke getrennt, so dass auch eine kühlende Ventilation des Drahtes erreicht und ein Durchschlagen der Isolation vermieden wurde; an den Trommelenden waren die einzelnen Drahtlagen durch Schellackpapier-Einlagen sorgfältig von einander abgesondert. Die Collectoren waren bei einigen Maschinen aus Tomback; sie waren cylindrisch und gegen die Trommel hin flach conisch erweitert. Am Rande dieses Conus waren die Inductions-Drahtenden in der einfachsten Weise mit den Collectorlamellen direct verschraubt. Die Ableitung vom Collector geschah durch Schleifbleche, welche wieder verstellbar waren, um sie auf den kleinsten Funken einstellen zu können.

Sehr interessant waren die Siemens'schen Compound-Maschinen. Bei den kleinen war der Elektromagnet der einen Seite der Maschine mit dem starken Draht, der den Hauptstrom führt, jener der anderen Seite mit dem dünnen Drahte für den Nebenschluss bewickelt. Eine solche Maschine mit einer Dolgoruki'schen rotirenden Dampfmaschine direct gekuppelt, betrieb 40 verschiedene Siemens-Glühlampen, oder auch einige Glühlichter, zwei Bogenlampen und eine Dynamo gleichzeitig, letztere setzte eine Sägemaschine in Bewegung.

Die grösseren Compound-Maschinen hatten die der Trommel zugewendeten Hälften der Elektromagnetspulen mit dem Nebenschlussdraht, die anderen Hälften (ganz oben und ganz unten) mit dem starken Draht bewickelt.

Die elektro-metallurgische Maschine, zur Ausscheidung von Kupfer aus Kupfersalzlösungen bestimmt, hatte eine Trommel, die mit starken Kupferbarren statt der Drähte belegt war; diese war, nicht wie bei den anderen Maschinen, doppelt, sondern einfach bewickelt, was eine etwas complicirtere Verbindung mit

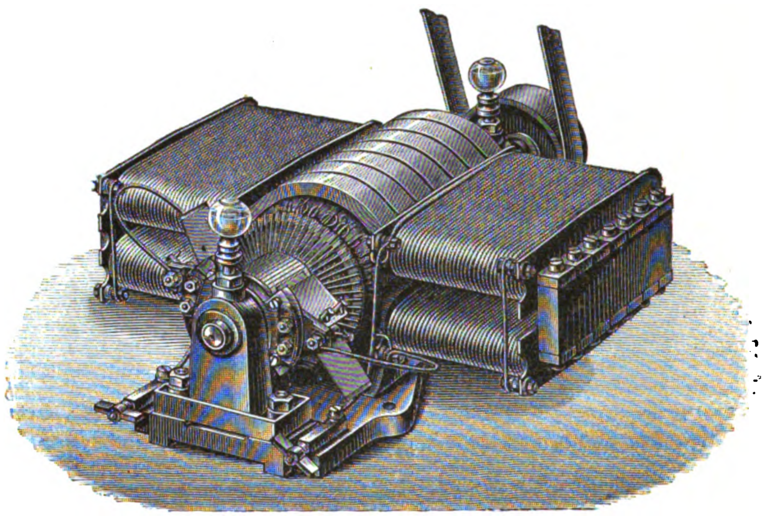


Fig. 87.

dem Collector erfordert. Auch die Bewicklung der horizontal liegenden Elektromagnete der Maschine war mit starken Kupferblechstreifen statt mit Drähten hergestellt.

Die kleinen Maschinen für Handbetrieb hatten Stahlmagnete.

Als Rarität interessant war das Modell einer gänzlich verkehrten Siemens-Maschine. Hier war die Trommel fest und die Elektromagnete rotirten; die Trommel war aussen, die Elektromagnete innen; auch stand der Collector fest, während die Bürsten umliefen. Es war nicht leicht, in diesem Modelle eine dynamo-elektrische Maschine zu erkennen; die Ausführung war auch keine vollendete.

Ganz & Co. in Budapest hatten Maschinen zur Ausstellung gebracht, die sich von den eben erwähnten nur sehr wenig unterschieden. Die Elektromagnetkerne waren nicht aus einzelnen Lamellen, sondern aus je einem Stücke Eisen angefertigt. Zur Kraftübertragung dienten grosse Compound-Dynamos, die auch den Siemens'schen ganz ähnlich waren.

Eine Maschine war in origineller Weise vierpolig gebaut. Die Elektromagnete (im directen Strom) bildeten gewissermassen eine feststehende Trommel um die rotirende, was der Maschine bei sehr gedrängter Form ein äusserst gefälliges Aussehen verlieh. Die innen hohle, rotirende Trommel hatte zwischen den Drähten Oeffnungen, durch welche die Luft strömen konnte.

Die Weston-Maschine, ausgestellt von der United States Electric Lighting Company in New-York, war in drei sehr schön ausgeführten, technisch sehr vollendeten Exemplaren vertreten. Die Trommel hat hier einen Eisenkern, der aus vielen auf einander geschlichteten zahnradähnlichen Blechscheiben besteht, in dessen Längsnuthen der Inductionsdraht gewickelt ist. Zwischen den einzelnen Blechscheiben sind kleine Zwischenräume, durch welche die Luft circuliren kann, was die Trommel kühlt. Die Elektromagnet-Pole, welche die Trommel fast ganz umschliessen, sind zu ähnlichem Zwecke senkrecht auf die

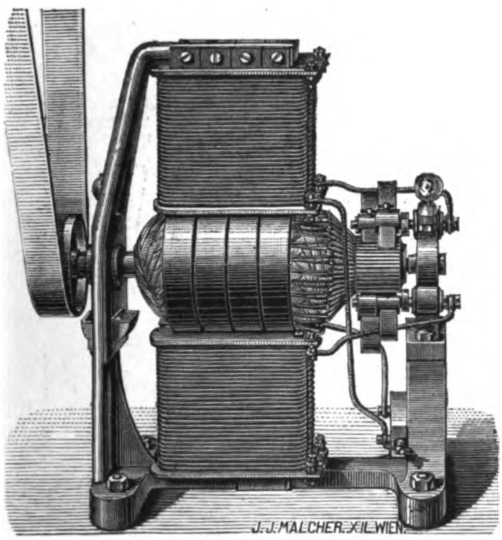


Fig. 88.

Trommelachse mehrfach durchgeschnitten. Die flachen Elektromagnet-Kerne sind nicht ganz eben, so dass die Drahtspulen darauf oval sind, was sehr gut aussieht. Die Bewicklung sowohl der Elektromagnete als auch der Trommeln waren sehr nett und vollkommen tadellos ausgeführt.

Die grosse Bogenlicht-Maschine konnte zwanzig hintereinander geschaltete Weston'sche Bogenlampen speisen; ihre Elektromagnete lagen, wie bei den beiden Glühlichtmaschinen, im Nebenstrome. Dies mag bei den hintereinander geschalteten Bogenlampen für deren ruhiges Brennen wohl von Vortheil gewesen sein, denn bei einer Nebenschluss-Maschine wird bekanntlich die elektromotorische Kraft grösser, wenn der äussere Widerstand steigt und umgekehrt; da nun die Stromstärke der Quotient ist aus elektromotorischer Kraft und Widerstand, so kann sie innerhalb gewisser Grenzen ziemlich constant bleiben, wenn diese beiden gleichzeitig entsprechend ab- oder zunehmen, so dass, wenn einige Lampen zu lange oder zu kurze Lichtbögen hätten, trotz dieser Vermehrung oder Verminderung

des Widerstandes die Stromstärke constant bliebe und die anderen Lampen weder schwächer noch stärker leuchteten.

Ein Vergleich dieser Maschine, respective ihrer Anwendung, mit der von der Société Gramme ausgestellten, mit Elektromagneten im directen Strome, die nebeneinander geschaltete Bogenlichter speiste, lässt es fraglich erscheinen, ob die gewöhnliche Manier, hinter einander geschaltete Lampen durch Maschinen mit Elektromagnet im Hauptstrome, neben einander geschaltete aber durch Maschinen mit Elektromagnet im Nebenstrome zu speisen, die richtigere sei; es scheint, als hätte man bei umgekehrter Verwendungsweise weniger zu reguliren.

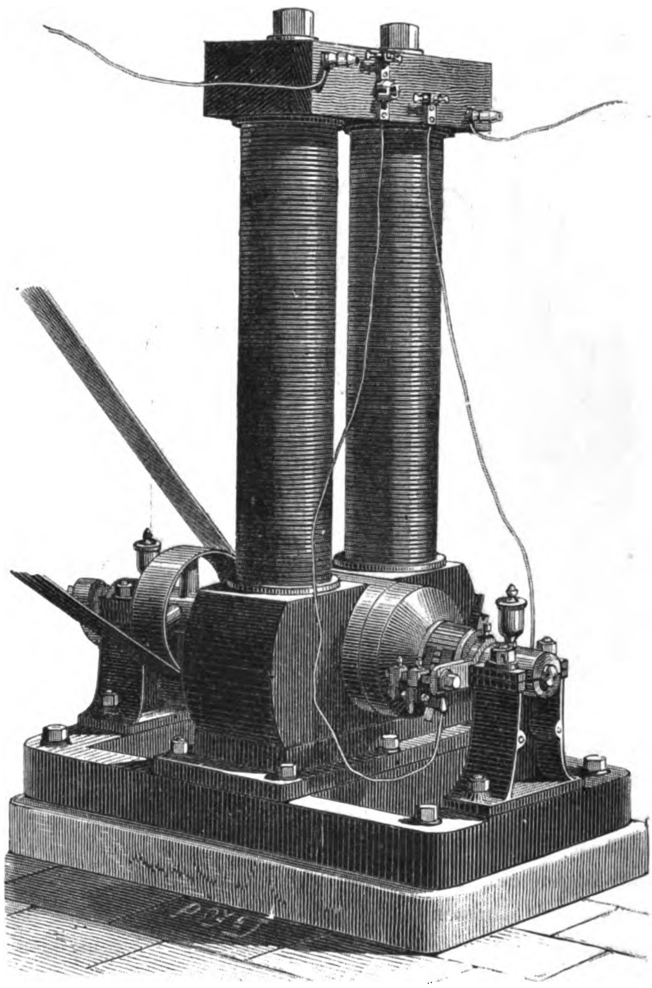


Fig. 89.

Compagnie Continentale Edison und Société Electrique Edison hatten drei Edison-Maschinen für je 250, 150 und 60 Edison *A*-Lampen à 16 Normalkerzen in Verwendung. Die Construction dieser Maschinen (Fig. 89) ist weniger auf Schönheit als auf zweckmässige Ausführung und Einfachheit berechnet. Die Elektromagnete stehen als kreisrunde Säulen, oben zu zweien,

durch ein derbes Gusseisenstück verbunden, aufrecht und schliessen unten, zwischen ihren massigen Polschuhen, die rotirende Trommel ein, die mit 900 Touren pro Minute umläuft. Die Spulen der Elektromagnete erscheinen mit einer Art Wachsleinwand, die Trommelenden mit Leder gegen mechanische Verletzungen geschützt, während ein Messinggitter zwischen beiden Polschuhen die Trommeldrähte verwahrt. Die kleine Maschine hatte einen, die mittlere zwei und endlich die grösste drei solche aus je zwei Säulen von circa 2 *m* Höhe bestehende Elektromagnete; die Trommeln hatten gleichen Durchmesser und waren nur bei den grösseren Maschinen länger.

Die Bürsten bestehen aus abwechselnd angeordneten Blechen und Reihen von Drähten; sie sind verstellbar angebracht, des besseren Contacts halber etwas

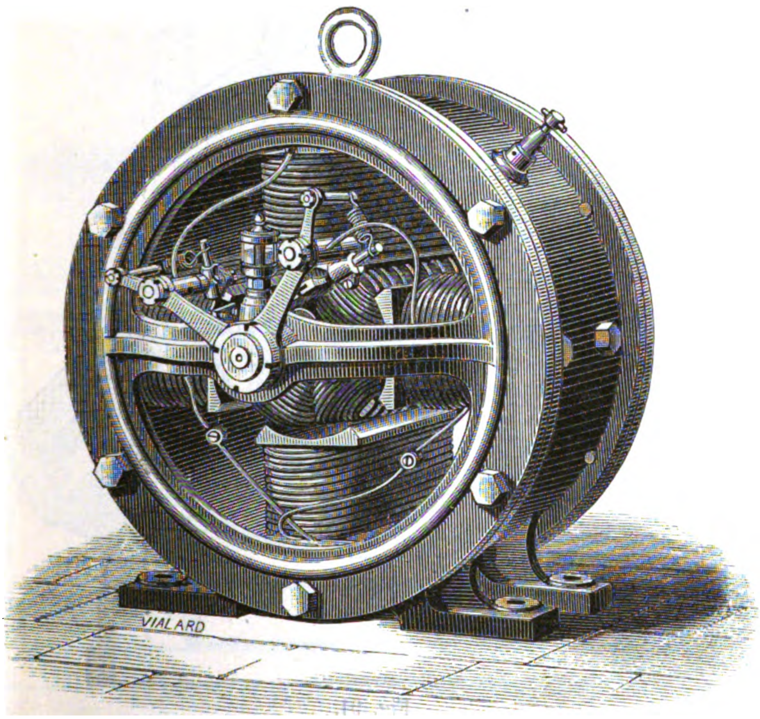


Fig. 90.

amalgamirt und geben fast gar keine Funken. Die Bürstenträger, der Hebel des Stromunterbrechers für den Elektromagnet-Zweigstrom u. m. a. sind roher Gelbguss, nur dort, aber gut bearbeitet, wo es absolut nöthig war, und nicht angestrichen. Die Elektromagnete liegen im Nebenschluss und dieser Zweigstrom kann durch Ein- oder Ausschalten von Widerständen regulirt werden, was bei Edison grundsätzlich von Hand, und zwar durch den Maschinenwärter geschieht, der die Stromspannung nach der Beleuchtung seines Maschinenhauses zu beurtheilen und reguliren vermag.

Die Gérard-Maschine der Société anonyme d'Électricité in Paris ist eigentlich keine Trommel-Maschine, kann aber doch zu diesen gerechnet werden,

wenn man die Armatur, deren Eisenkern einen kreuzförmigen Querschnitt hat, als Trommel einer vierpoligen Maschine gelten lässt, die nur vier Inductionsspulen hat, und deren Eisenkern ähnlich wie bei Weston, Maxim etc. zwischen den Drahtwindungslagen vorsteht (Fig. 90). Die Armatur liegt in der Axe einer grösseren Gusseisentrommel, in der, gegen die Mitte gerichtet, vier Elektromagnete befestigt sind, deren Pole die Armatur fast ganz umschliessen. Der Commutator trägt nur zwei Bürsten, die unter einem rechten Winkel gegen einander stehen.

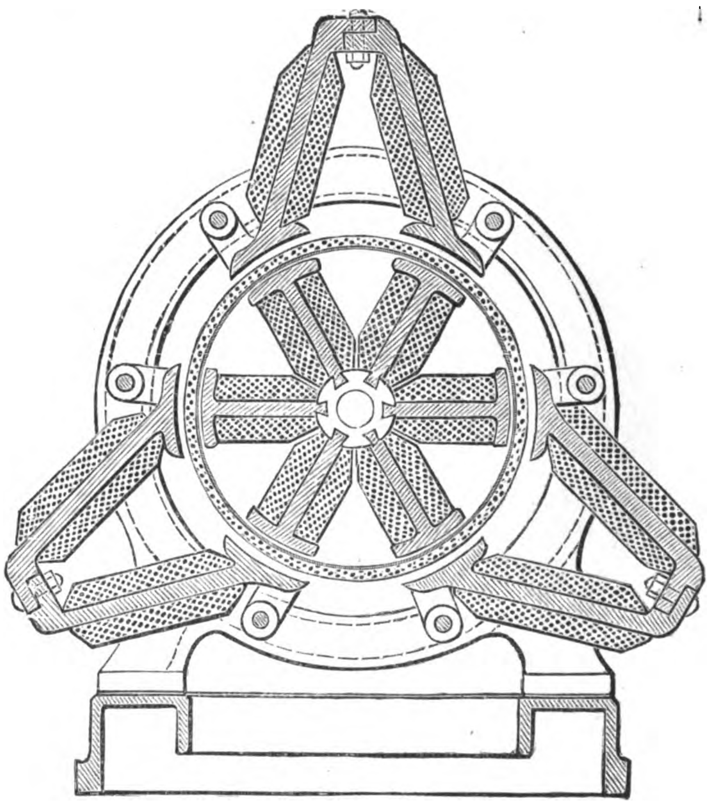


Fig. 91.

Diese Maschine ist eine der allereinfachsten; leider war kein grösseres Exemplar im Betriebe, so dass man sich von diesem hätte ein Bild machen können. Die kleinen Cabinetsmaschinen (Nr. 00), die im Ganzen circa 8 *cm* Durchmesser hatten, leisteten sehr viel, speisten z. B. eine, ja sogar zwei Glühlampen, zu beiläufig 5—6 Kerzen; eine grössere (Nr. 0) kann sogar, mit einer Hand oder einem Pedale angetrieben, bis fünf solcher Lampen speisen. Die 00 stand auf einem Brettchen, daneben ein Ständer mit einem 15—20 *cm* grossen Schwungrade, der Antrieb der 0 geschah durch ein Vorgelege, d. h. mit zwei Riemen und zwei Paaren Riemenscheiben, zur Erreichung schnellerer Rotation.

Die Maschine von Lord Elphinstone & Ch. W. Vincent in London war die einzige mehrpolige Trommelmaschine der Ausstellung (Fig. 91 u. 92). Die

Trommel besteht hier nicht aus einem mitrotirenden Eisenkerne, auf den der Inductionsdraht gewickelt ist, sondern sie ist aus einer Art Papiermaché hergestellt, und die Drähte sind so aufgewunden, respective gelegt, wie eine sechspolige Maschine es erfordert.

Die ausgestellte Maschine war für ausserordentliche Stromstärken und mässige Spannungen gebaut, daher die Trommel nicht eigentlich mit Draht bewickelt, sondern mit Parallelogrammen, respective Rechtecken, aus starkem, doppeltem Drahte so belegt war, dass jedes solche längliche Rechteck das andere übergriff; diese waren

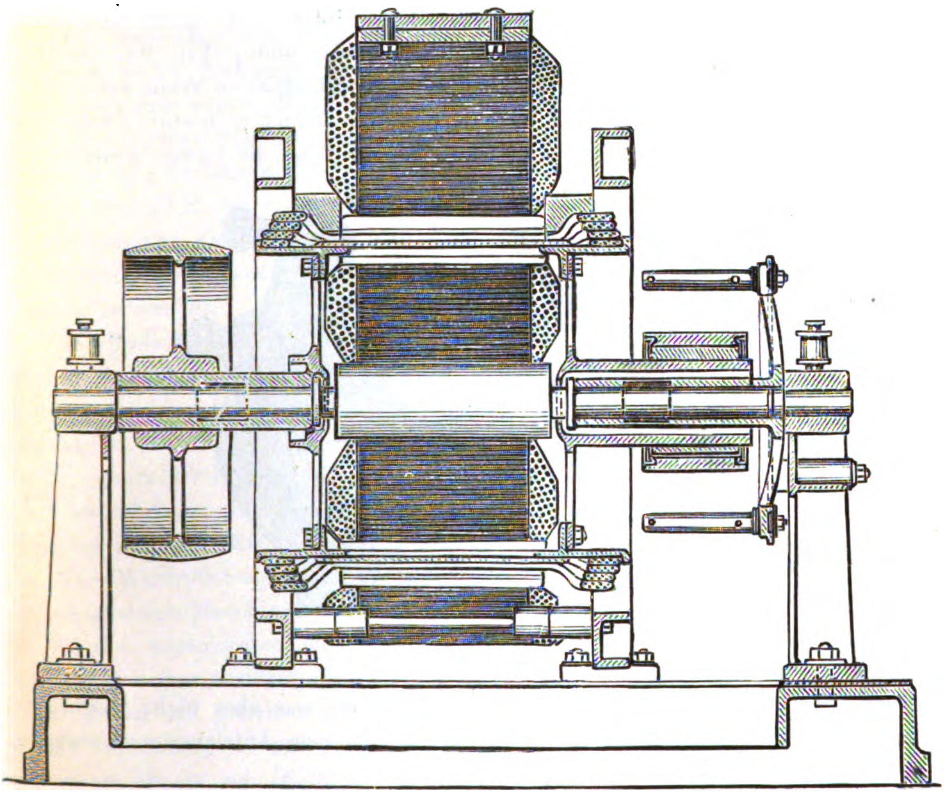


Fig. 92.

untereinander und mit dem Collector so wie bei einer Gramme-Maschine verbunden. Die beiden Bürsten, respective Schleifbleche, die den Collector berührten, standen unter 60° auf einander, die anderen vier Bürsten der sechspoligen Maschine waren in der schon angegebenen Weise beseitigt. Die Trommel ist von aussen durch sechs abwechselnd ungleichnamige Pole dreier kräftiger Λ-förmiger Elektromagnete beeinflusst, deren jedem im Inneren der Trommel je ein (der ungleichnamige) Pol von sechs sternförmig angeordnet fixen Elektromagneten gegenübersteht, so dass die Inductionsdrähte, also die längeren Seiten jener Doppeldraht-Rechtecke, bei jeder Trommelumdrehung durch sechs kräftige magnetische Felder eilen. Die sechs inneren Elektromagnete waren an einer fixen Axe befestigt; ein auf diese aufgestecktes Rohr trug die Trommel und die Riemenscheibe.

Die Maschine speiste die 400 Woodhouse- & Rawsom-Glühlampen der sogenannten Jacobsleiter, sie wurde dabei nur sehr wenig warm und soll 35—40 Pferdekräfte verbraucht haben. Die Lichtstärke der Lampen wurde nicht durch Widerstände im Elektromagnetstrom, sondern durch Verstellen der Bürsten regulirt.

Die Dimensionen dieser in englischen Fachjournalen einstimmig sehr gelobten Maschine waren für die grosse Leistung sehr gering.

Die Griscom-Motoren der Electro-Dynamic Company of Philadelphia in London erhielten Strom aus Batterien von je sechs grossplattigen Chromsäure-Elementen, die mittelst eines Pedals in die Flüssigkeit gesenkt oder aus derselben gehoben werden konnten; ein solcher Motor wurde durch Faure-Sellon-Volckmar'sche Accumulatoren betrieben. Dieser kleine Motor (Fig. 93) trieb Nähmaschinen, ein Windrädchen etc. und mittelst einer biegsamen Welle zahnärztliche Instrumente. Das Maschinchen heisst auch „double induction motor", weil einmal die Ansicht ausgesprochen wurde, die Maschine entwickle im Gange einen eigenen

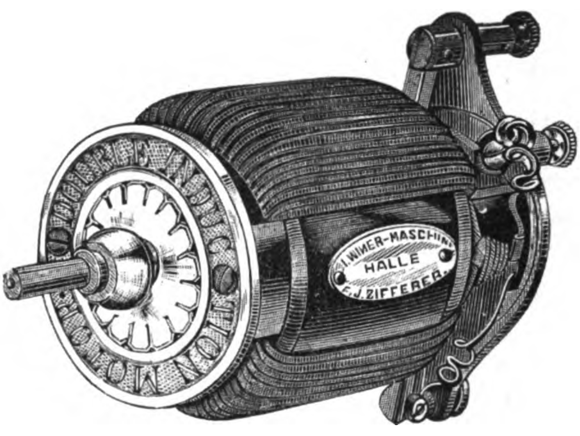


Fig. 93.

Strom, der den antreibenden Batteriestrom verstärke, was aber nicht möglich ist: bei allen Elektromotoren entsteht ein Strom, der dem Antriebsstrom entgegengesetzt ist.

Der Griscom-Motor ist ausserordentlich handlich, so dass man ihn z. B. als Handgriff für einen Bohrer u. dgl. gebrauchen kann; er ist sehr gut gearbeitet, sein Preis war aber ziemlich hoch.

II. Wechselstrom-Maschinen.

Wechselstrom-Maschinen sind solche, bei denen die in den Inductionsspulen entstehenden Ströme von rasch wechselnder Richtung so in die Leitung gehen, dass sie auch dort fortwährend wechseln; sie brauchen also keinerlei Collectoren oder Commutatoren, sondern die Enden der Inductionsspulen sind, wenn diese feststehen, einfach mit der Leitung verbunden; wenn sie umlaufen, geschieht die leitende Verbindung durch einfache Schleifcontacte.

Dies ergibt nun eine einfachere Construction, als bei Maschinen mit continuirlichem Strome (Gleichstrom-Maschinen); auch kann man leichter nur einzelne Theile der Maschine, einzelne Inductionsspulen oder Gruppen von solchen benützen, wenn nicht gerade die volle Wirkung gefordert wird, man kann auch die einzelnen Spulen hinter oder neben einander schalten, je nachdem man z. B. Glühlampen von höherer oder geringerer Spannung oder Bogenlampen hinter oder neben einander einschalten will; endlich kann man leichter etwa schadhaft gewordene Spulen auswechseln, bei manchen Maschinen sogar während des Ganges.

Die Magnete, deren Pole auf die Inductionsspulen inducirend einwirken, können entweder Stahlmagnete oder Elektromagnete sein; letztere können aber nicht durch den Strom der Maschine selbst angeregt werden, sondern bedürfen dazu einer eigenen Gleichstrom-Maschine (des sogenannten Anregers), die entweder neben der Wechselstrom-Maschine steht oder mit dieser zusammengebaut ist, wie letzteres z. B. bei der grossen Ganz'schen oder den Gramme'schen Wechselstrom-Maschinen der Fall war. Man kann auch die Ströme einer der Inductionsspulen durch einen Commutator gleichrichten und dann zur Anregung der Electromagnete verwenden.

Wechselstrom-Maschinen lassen sich wohl nur für Beleuchtungszwecke verwenden; Bogenlampen sollen aber mit Wechselströmen etwas gleichmässiger brennen, und Glühlampen beiläufig doppelt so lange dauern, als bei Anwendung von Gleichstrom, da dieser den Kohlenbügel an der Stromeintrittsstelle nach und nach zerstört, wenn der Bügel sonst noch ganz gut ist. Herr Zipernovsky behauptet auch, bei stärkeren Strömen, von 14 Ampère an, gäben Wechselströme im Bogenlichte bei gleichem Kraftaufwand ebensoviel Licht wie Gleichstrom.

Die Wechselstrom-Maschinen scheinen seit der höheren Vervollkommnung der Gleichstrom-Maschinen mehr und mehr abzukommen, indem sie eigentlich nur für die sogenannten elektrischen Kerzen (Jablochkoff etc.) nothwendig sind, alles andere aber vortheilhafter mit Gleichstrom betrieben werden kann. Bogenlichter geben bei gleichem Kraftaufwande bedeutend mehr Licht mit Gleichstrom als mit Wechselstrom, und nach den neuesten Untersuchungen gilt dies auch in geringerem Masse von Glühlichtern, welche man vor der schädlichen Wirkung des Gleichstroms einfach schützen kann, indem man den Strom von Zeit zu Zeit, etwa täglich, umkehrt; für Galvanoplastik, Kraftübertragung, zum Laden von Accumulatoren sind Wechselstrom-Maschinen gar nicht zu brauchen und so wenden sich die meisten elektro-technischen Etablissements mehr, und einige, wie Schuckert, Schwerd etc., ausschliesslich den Gleichstrom-Maschinen zu.

Wechselstrom-Maschinen waren ausgestellt von Siemens & Halske, Ganz & Co., der International Electric Company (Ferranti); Gramme, Gérard, Chertemps & Co. und Klimenko.

Die Maschinen von Siemens & Halske hatte an jedem der beiden Schilder der Maschine 6—12 im Kreise angeordnete horizontale Elektromagnete, deren jeder dem gegenüberstehenden den ungleichnamigen Pol wies und umgekehrt polarisirt war, als seine beiden Nachbarn. Zwischen diesen beiden Kränzen von Elektromagneten liefen nun 6—12 längliche Drahtspulen, in denen bei jedem

Umlaufe 6—12 Ströme von abwechselnder Richtung entstanden. Der Inductionsdraht ist auf sehr flache, wie gesagt, längliche, vielfach durchlöcherte Messingblechspulen gewickelt und umschliesst keinen Eisenkern. Eisenkerne erhöhen zwar die Wirkung einer solchen Maschine, erhitzen sich aber, besonders bei raschem

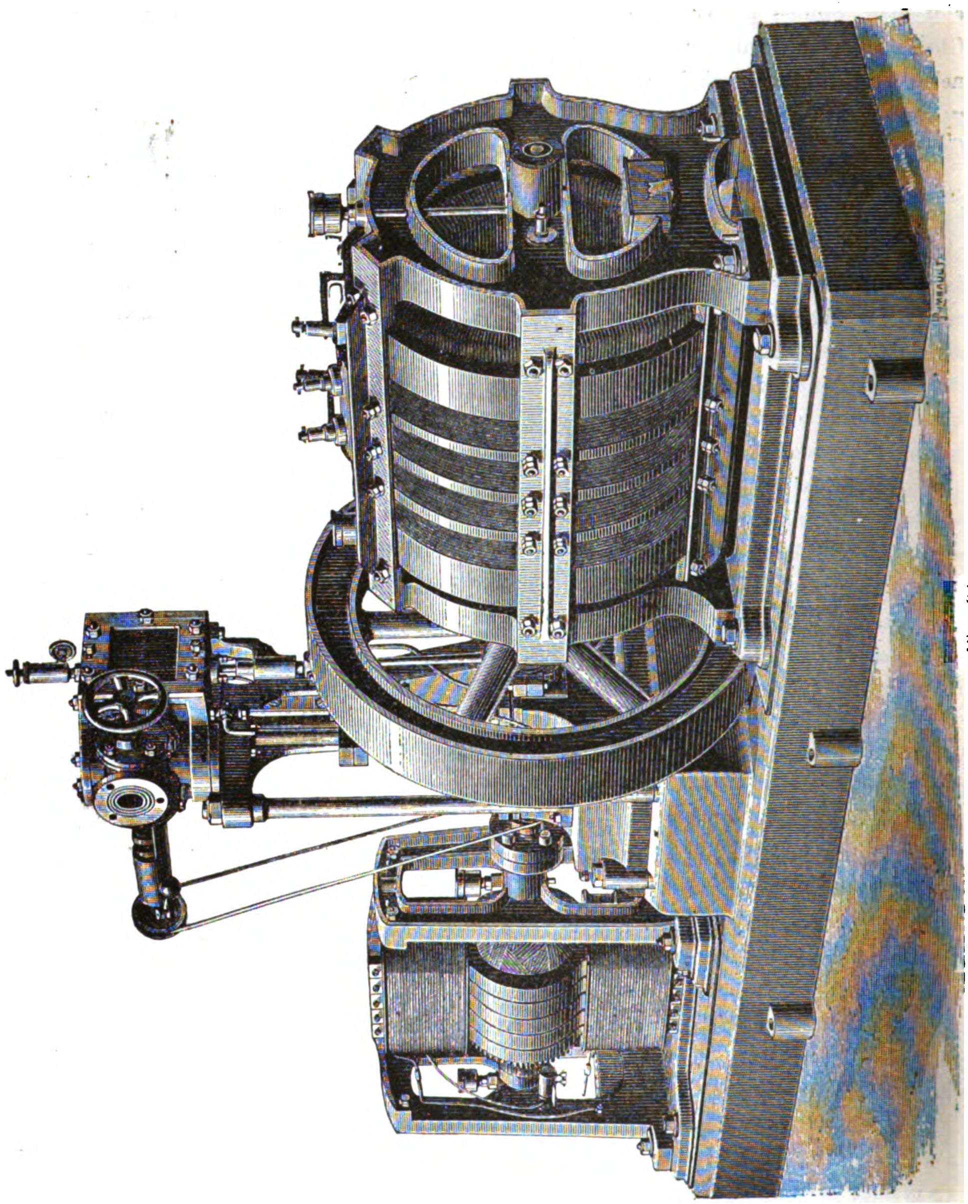


Fig. 94.

Stromwechsel, sehr stark, und die Maschine mit Eisenkernen geht unverhältnismässig schwerer, als eine ohne solche. Eine derartige Maschine mit 12 Inductionsspulen gibt bei 620 Touren pro Minute 124 Ströme von abwechselnder Richtung pro Secunde.

Die Elektromagnete wurden durch danebenstehende Gleichstrom-Maschinen gespeist. Die Maschinen versorgten eine grössere Anzahl von Bogenlichtern,

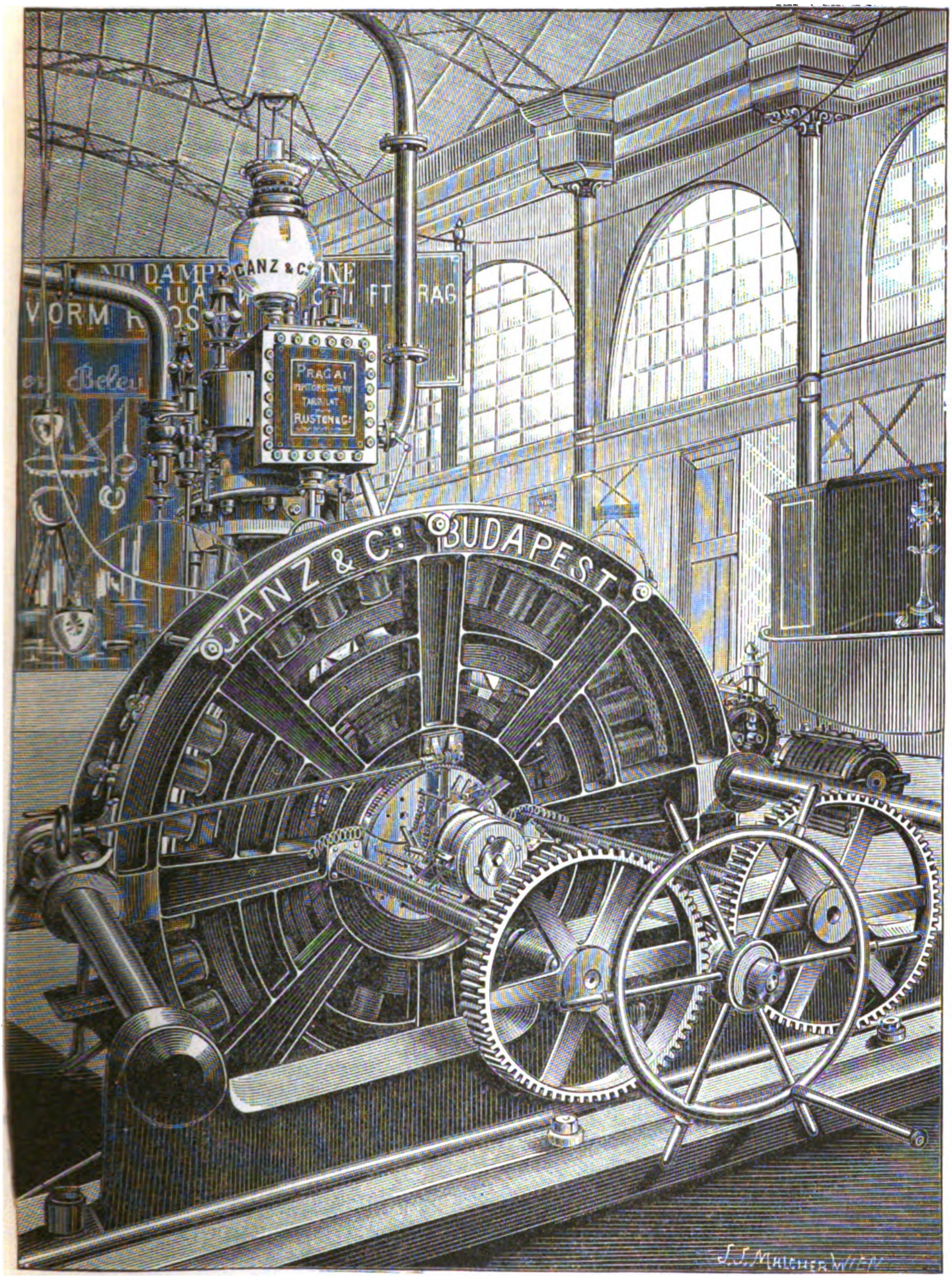


Fig. 95.

G a n z & C o. in B u d a p e s t scheinen mit ihren Wechselstrom-Maschinen gute Erfolge zu erreichen, wenn auch den ihrigen ähnliche Modelle von anderen Firmen mit minder günstigem Erfolge versucht worden sind; es dürfte

hier viel auf die Ausführung scheinbar unwesentlicher Details ankommen. — Ein Stern oder Kranz von radial gestellten Elektromagneten rotirt innerhalb einer Trommel, die innen mit sehr langgezogenen, flachen Inductionsspulen ringsherum belegt und aussen mit Eisendraht umwunden ist. In diesem Eisendraht ruft jeder Elektromagnet seinem Pole gegenüber den ungleichnamigen magnetischen Pol hervor, der nun, wenngleich der Eisendraht feststeht, mit rotiren muss, so dass ganz dieselbe Wirkung erreicht wird, als wenn die Spulen durch die magnetischen Felder zwischen je zwei ungleichnamigen Magnetpolen liefen.

Die kleineren Maschinen werden durch eine eigene Gleichstrom-Maschine angeregt; wenn diese abgesondert steht, so kann man sie viel schneller umlaufen lassen, als die Wechselstrom-Maschine, daher ein ganz kleines Exemplar genügt. Wenn aber Wechselstrom- und Anrege-Maschine z. B. gemeinschaftlich direct von einer kleinen Gwynne'schen schnelllaufenden Dampfmaschine angetrieben werden, muss der Anreger ziemlich gross sein, wie dies in der Ausstellung u. A. zu sehen war, an einer kleinen Beleuchtungsanlage, die ihres geringen Raumbedarfes halber besonders für Schiffe sehr geeignet schien.

Fig. 94 zeigt eine solche complete Garnitur für Schiffsbeleuchtung; links die Anrege-, rechts die Wechselstrom-Maschine, beide von der in der Mitte stehenden Gwinne'schen schnellgehenden Dampfmaschine angetrieben.

Eine der auffallendsten Erscheinungen der Ausstellung war die Ganz'sche (Mechwart-Zipernovsky) Theaterbeleuchtungs-Maschine (Fig. 95), die „Dampflichtmaschine", welche direct mit einer schnelllaufenden vertikalen Compound-Dampfmaschine verbunden, 1200—2000 Swan'sche Glühlichter von je 20 oder 15 Kerzen speiste.

Am Umfange des Schwungrades der Dampfmaschine waren 36 Elektromagnete befestigt, und näher der Nabe seitlich ein grosser Gramme'scher Ring. Ueber das Schwungrad ist nun ein weiter, kurzer Cylinder geschoben, dessen Innenseite von den nebeneinander liegenden langgestreckten Inductionsspulen bedeckt ist, während er aussen mit Eisendraht umwunden erscheint; die acht Arme, die diesen Cylinder festhalten, tragen noch zwei Kränze von je 12 Elektromagneten; die inneren 12 wenden ihre Pole nach aussen, die äusseren nach innen, so dass sich die gleichnamigen Pole gegenüberstehen und der Gramme'sche Ring zwischen ihnen hindurch läuft. Parallel zur Maschinenaxe lagen zwei kräftige Eisenstangen, die diesen Cylinder trugen, so dass er, mittelst zweier Schrauben auf ihnen verschoben, von den rotirenden Theilen der Maschine abgezogen werden konnte. Die verlängerte Achse der Maschine trug den Collector für den Gramme'schen Ring, von welchem sechs Bürsten, mit dem feststehenden Cylinder verbunden, den continuirlichen Strom nahmen, der sowohl die 24 feststehenden, als auch die 36 mit dem Schwungrad umlaufenden Elektromagnete anregte; die letzteren erzeugten endlich im Vorübereilen an den feststehenden Inductionsspulen die Wechselströme, die nun durch kräftige Kupferstangen weiter geleitet wurden

Die ganze Maschine hat nur zwei Lager; es gibt hier keine Riemen, die gleiten oder abreissen könnten u. dgl.; es sind also viele Quellen von Störungen vermieden. Dennoch müssen zu einem sicheren Betriebe wenigstens zwei solcher Dampflicht-Maschinen vorhanden sein, deren jede im Nothfalle den ganzen Betrieb

übernehmen könnte. Dann wäre nur noch der eine unwahrscheinliche Unfall denkbar, dass an zwei Maschinen zugleich Beschädigungen vorkämen, z. B. an der einen Dampf- und der andern elektrischen Maschine; von diesem Gesichtspunkte aus würde die Anwendung zweier oder dreier Dampfmaschinen, welche mittelst Transmission einige Dynamo-Maschinen trieben, sicherer erscheinen.

Von mehr historischem Interesse ist jene Wechselstrom-Maschine dieser Firma, welche durch Fig. 96 zur Anschauung gebracht ist. Diese Einrichtung datirt im Wesen schon aus dem Jahre 1880 und ist dadurch charakterisirt, dass die Elektromagnete im äusseren Mantel angeordnet sind; mit Rücksicht jedoch darauf, als durch diese Disposition eine ungünstige Erregung der Eisenkerne resultirte und sich auch eine schwierige Bewicklung der Trommel ergab, wurde diese Construction verlassen.

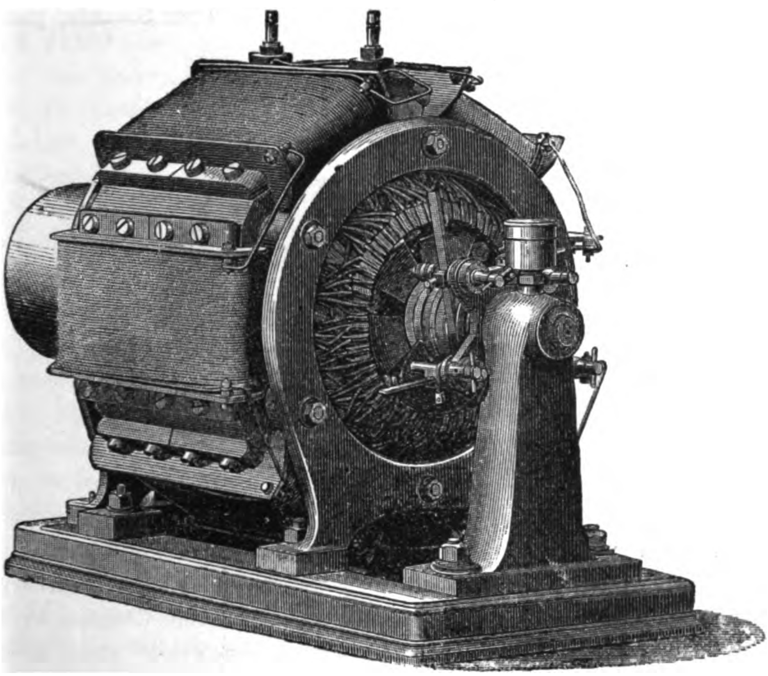


Fig. 96.

Die Ferranti-Thomson-Maschine, hier von der International Electric Company ausgestellt, hat vor kurzer Zeit viel von sich reden gemacht. Eine verhältnismässig sehr kleine Maschine von äusserst einfacher Construction speiste 300 Lane Fox-Glühlichter, die knapp an der Maschine zu Jedermanns Ansicht aufgehangen waren. Leider versagte die Maschine, wenn die Lampen in auch nur geringer Entfernung von der Maschine sich befanden. Man rechnet diese Erscheinung grösstentheils dem ausserordentlich raschen Stromwechsel zu (etwa 400 per Secunde). Jeder solche Momentanstrom findet in der Leitung noch einen Rest an Elektricität des früheren entgegengesetzten Stromes, mit dem er sich ausgleicht, ohne zur Wirkung zu gelangen.

Diese Maschine ist ausserordentlich sinnreich gebaut. Auf einer Scheibe, die zwischen wie bei Siemens angeordneten Elektromagneten rotirt, sind zickzackförmige Windungen von Kupferblechstreifen angebracht, die sehr geringen Widerstand bieten, während die elektro-motorische Kraft bei 2000 Touren pro Minute für Glühlampen genügend gross ist. In Folge dieser ausserordentlichen Geschwindigkeit machte die Maschine ziemlich viel Lärm.

In der rotirenden Scheibe befindet sich kein Eisen, es findet also nirgends ein Magnetpolwechsel statt, der immer einige Arbeit verbraucht, die nicht als elektrischer Strom, sondern als Erhitzung des betreffenden Eisens zum Vorschein kommt. Maschinen mit Eisenkernen in den Inductionsspulen gehen also, so zu sagen, schwerer, als solche ohne Eisen, diese müssen aber schneller laufen, was zu schnellerem Stromwechsel führt; dies darf, wie eben die Ferranti-Maschine zeigt, nicht zu weit getrieben werden, während Maschinen mit Eisenkernen, die dann viel langsamer laufen können, mit 60—80 Wechselströmen per Secunde, ganz gute Resultate ergeben.

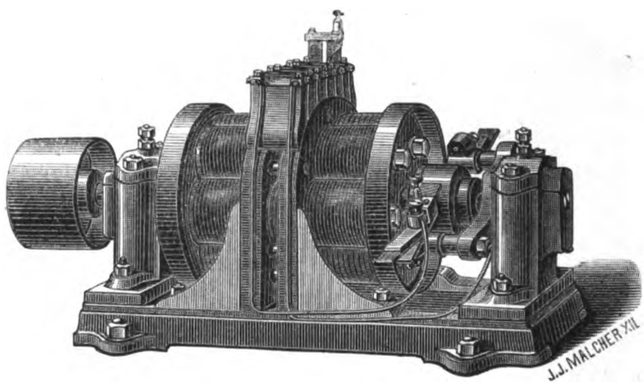


Fig. 97.

Die Maschinen von Chertemps & Co. in Paris sind Wechselstrom-Maschinen, die sich selbst anregen und einen Strom von gleicher Stärke geben, ob nun eine oder mehrere Bogenlampen oder Gruppen von Glühlampen hinter einander eingeschaltet sind; diese brannten immer gleich hell, ohne dass man an der Maschine etwas zu reguliren gehabt hätte. Ihre perspectivische Ansicht zeigt Fig. 97.

Man denke sich wieder eine Siemens-Maschine, deren Elektromagnete beiderseits umlaufen, während die Inductionsspulen zwischen diesen feststehen. In der Mitte der Maschine steht fix eine dicke Scheibe, in welcher sechs Inductionsspulen mit Eisenkernen neben einander im Kreise herum parallel zur Axe gelagert sind; an der Axe sitzen nun zwei Eisenscheiben, an denen die jener Scheibe zugewendeten je sechs Elektromagnete befestigt sind. Die Enden der sechs Spulen werden zu Klemmen geführt, die sich oben am abgeflachten Rande jener Mittelscheibe befinden, so dass man die Spulen beliebig schalten kann. Von einer der sechs Spulen werden die Ströme zu zwei Bürsten geleitet, von wo sie durch einen auf der Axe festen eisernen Commutator und durch die Elektromagnete gehen.

Der Commutator hat sechs Theile, die abwechselnd mit den beiden Drahtenden der Bewicklung sämmtlicher Elektromagnete verbunden sind, so dass immer eine Bürste mit dem einen und die zweite mit dem anderen Drahtende im Contacte bleibt, was während einer Umdrehung sechsmal wechselt; da aber der aus der Inductionsspule kommende Strom seine Richtung ebenfalls sechsmal während einer Umdrehung ändert, so werden die Elektromagnete von Strömen mit gleichbleibender Richtung durchflossen.

Vor einer dieser Maschinen stand ein Rahmen mit mehreren hinter einander geschalteten Gruppen von je fünf neben einander geschalteten Glühlampen. Es waren da immer zwei Drähte neben einander gespannt, und die beiden Pole jeder der fünf Glühlampen waren mit ihnen verbunden; der Strom ging also durch die Lampen hindurch von einem Drahte in den andern, von da weiter in den ersten gespannten Draht der nächsten Gruppe u. s. f. Legte man nun über zwei solche neben einander gespannte Drähte noch ein Stückchen Draht, so ging der Strom natürlich durch dieses von einem Draht in den anderen; die fünf Lampen erloschen. Diess konnte man bei mehreren Gruppen gleichzeitig machen, ohne dass dadurch die Leuchtkraft der anderen Lampen irgendwie beeinflusst wurde, und die Maschine verbrauchte, der geringen Leistung entsprechend, weniger Arbeit; es war deutlich zu erkennen, wie sie leichter ging. Bei einer gewöhnlichen Maschine hätten die übrigen Lampen viel heller brennen müssen, da des geringeren Widerstandes wegen die Stromstärke bedeutend gewachsen wäre, die Maschine wäre schwerer gegangen und heiss geworden.

Eine andere solche Maschine speiste fünf hintereinander geschaltete Bogenlampen, welche man auch einzeln durch directe Verbindung ihrer Zuleitungsdrähte ausser Thätigkeit setzen konnte, ohne dass die anderen dadurch irgendwie beirrt worden wären; die Stromstärke blieb eben immer gleich, die Klemmenspannung aber änderte sich also proportional der Anzahl der eingeschalteten Lampen, so dass diese Maschine und die später zu besprechende von Klimenko ein Gegenstück zu den Compound-Maschinen bildeten.

Wie diese Constanz der Stromstärke erreicht werde, kann man sich durch die schwächende Rückwirkung des in den Inductionsspulen entstehenden Stromes auf die Elektromagnete, respective den sie anregenden Strom erklären. So weiss man sehr wohl, dass der continuirliche Strom der Anregemaschine einer Wechselstrom-Maschine sofort bedeutend schwächer wird, wenn der Stromkreis der letzteren geschlossen wird, und, wenn man diesen unterbricht, so stark werden kann, dass der Anreger sich erhitzt. Herr Abdank-Abakanowicz erzählte von einer solchen Maschine, bei der diese Wirkung so stark war, dass beim Schliessen des Wechselstromkreises der Anregestrom ganz vernichtet wurde, so dass auch die Wechselstrom-Maschine keinen Strom geben konnte. So wird auch hier, wenn der Wechselstrom durch Kurzschliessen einzelner Lampen stärker werden wollte, sofort der Anregestrom soweit geschwächt, dass der Wechselstrom wenigstens nicht merklich wachsen kann. Dies ging hier so weit, dass man die Polklemmen der Maschine durch einen kurzen Draht verbinden konnte, worauf natürlich alle Lampen erloschen, die Maschine aber nicht heisser wurde. Andere Maschinen gehen zu Grunde, wenn man an ihnen dieses Experiment vornimmt.

Bei einer ganz kleinen Maschine waren die Ströme sämmtlicher Spulen zum Commutator geführt und so gleichgerichtet; die Maschine gab also intermittirende gleichgerichtete Ströme, die sich besonders zum Laden von Accumulatoren eignen sollten, da sie nicht, wie die gewöhnlicher Maschinen im Anfange, wenn die Accumulatoren noch keine Gegenkraft haben, stärker sind als später.

Die Chertemps-Maschinen hatten auch sehr gut construirte Achslager, die man nur selten zu schmieren brauchte; ihre Dimensionen waren bescheiden, ihr Preis verhältnismässig gering. Sie sollen übrigens in gleicher Wirksamkeit nicht so leicht nachzumachen sein, da viel auf Quantität und Qualität des in Elektromagneten und Spulen enthaltenen Eisens ankommt.

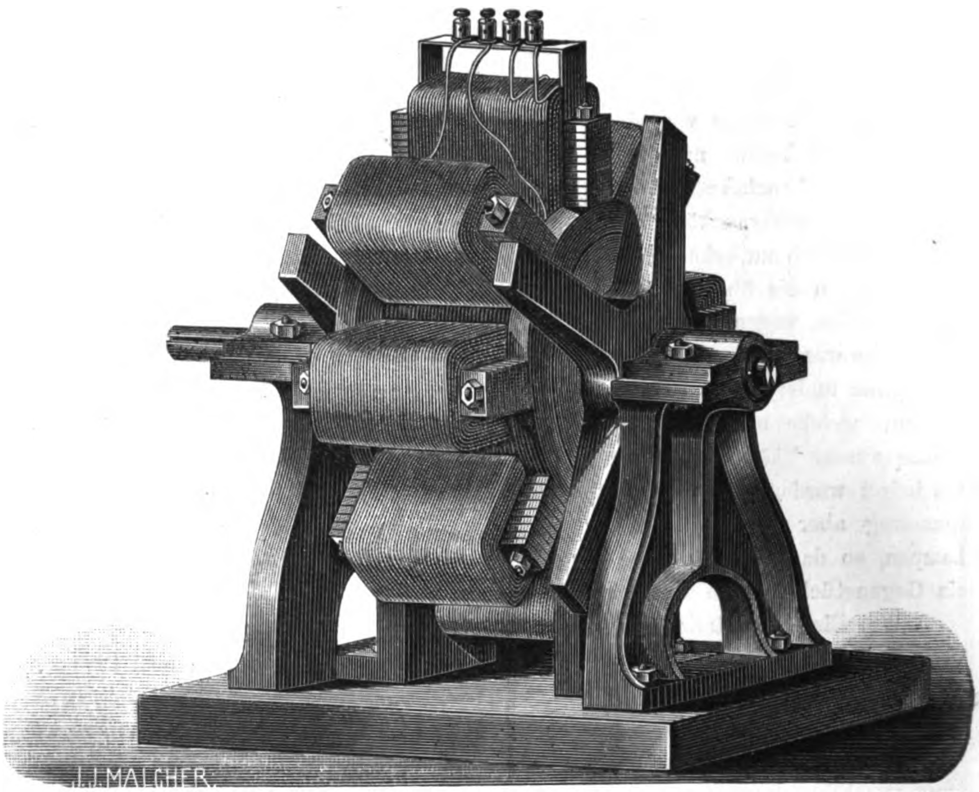


Fig. 98.

Eine ganz eigenartige Maschine war die von Alexander Klimenko in Charkow (Fig. 98), die bei der Compagnie Électrique in Betriebe stand. Sie hatte keine Gleitcontacte, keine Bürsten, keine rotirenden Drahtwindungen. Die acht mit starken aus einzelnen Lamellen bestehenden Eisenkernen versehenen Inductionsspulen umschlossen den Elektromagneten, dessen Drahtwindungen ebenfalls fest lagen; nur der Kern dieses Elektromagneten sammt den beiden Eisenkreuzen an seinen beiden Enden rotirte. Durch die Elektromagnet-Drahtwindungen leitete man den Anregestrom, so dass das eine Kreuz Südpole, das andere Nordpole darstellte, welche nun während der Rotation die erwähnten Eisenkerne der Inductions-

spulen in rascher Aufeinanderfolge zwischen sich nahmen und wieder frei liessen: dadurch wurden diese immer magnetisirt und entmagnetisirt, was in den Umwindungen dieser Kerne kräftige Inductionsströme von wechselnder Richtung hervorrief.

Diese kleine Maschine speiste 8 bis 10 Jablochkoff-Kerzen und soll hiebei nach Aussage eines berühmten Elektrikers circa 5 Pferdekräfte verbrauchen. Sie gibt ebenfalls wie die besprochene Chertemps-Maschine Ströme von constanter

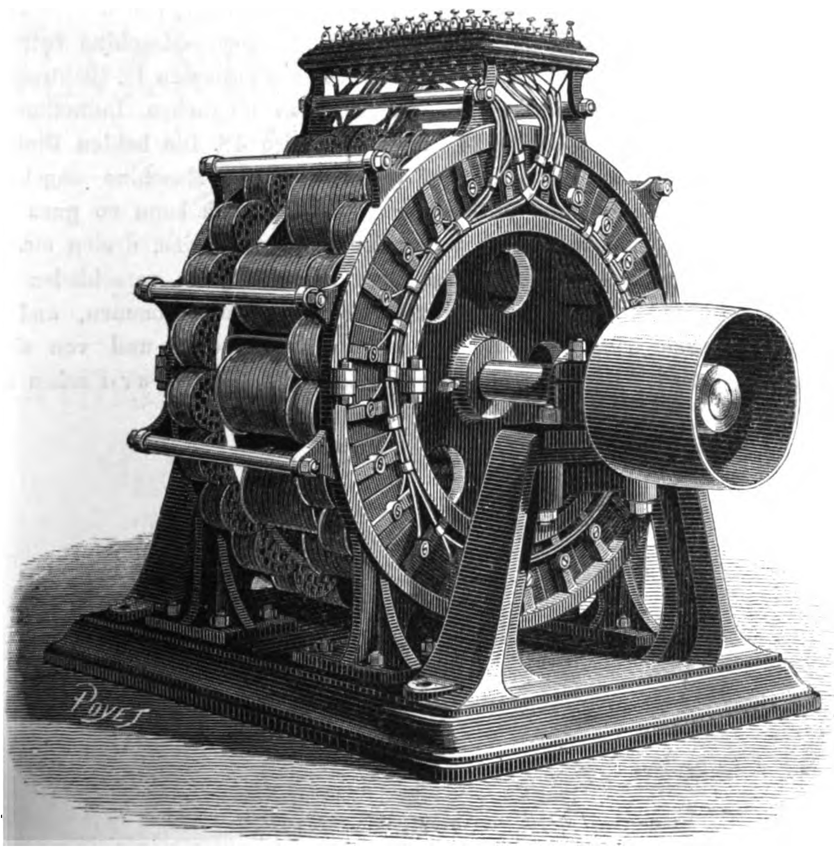


Fig. 99.

Stärke bei beliebigen Widerständen, so dass man je nach Erfordernis eine oder mehrere Lampen mit ihr speisen kann.

Die Gramme'schen Wechselstrom-Maschinen der Éclairage Électrique in Paris erleuchteten Jablochkoff-Kerzen; sie waren mit der Anregemaschine zusammengebaut, weshalb man sie selbstanregend, „auto-excitatrice“ nannte.

Die Wechselstrom-Maschine bestand aus einem grossen, festliegenden Grammering ohne Collector; die Enden der Windungsabtheilungen waren direct zu Klemmschrauben geführt, so dass man gleichzeitig mehrere Stromkreise von einer solchen Maschine speisen konnte. Gewöhnlich liegen vier Kerzen in einem solchen Strom-

kreise. Im Innern des Ringes rotiren sechs sternförmig angeordnete Elektromagnete und rufen in den Ringdrähten die Wechselströme hervor. Auf der verlängerten Achse der Elektromagnete sitzt noch ein kleiner completer Gramme'scher Ring mit Collector; am Gestelle der Maschine sind fixe Elektromagnete angebracht, deren beide Pole diesen Ring ganz nach Art der Gleichstrom-Maschinen umschliessen. Zwei Bürsten nehmen den continuirlichen Strom vom Collector ab und führen ihn sowohl um die Elektromagnete des Anregers, als auch um die beweglichen der Wechselstrom-Maschine selbst.

Die Gérard-Maschine (Fig. 99) der Societé Anonyme d'Électricité in Paris könnte man auch als eine umgekehrte Siemens-Maschine betrachten; hier rotiren die nebeneinander rings um eine Achse angeordneten 12 Elektromagnete zwischen zwei feststehenden Scheiben, die mit den länglichen Inductionsspulen belegt sind, und zwar beiderseits 24, im Ganzen also 48. Die beiden Drahtenden jeder Spule sind zu zwei Klemmen auf einem über der Maschine angebrachten Brettchen geführt, wo sich also 96 Klemmen vorfinden; man kann so ganz einfach entweder die Spulen einzeln für sich verwenden, oder zu zweien, dreien etc. hinter oder neben einander geschaltet, so dass man mehrere, ganz verschieden starke, von einander ganz getrennte Ströme von der Maschine bekommen, und damit Glühlichter, starke oder schwache Bogenlichter gleichzeitig und von einander unabhängig speisen kann. Die Maschine lieferte für die Gérard'schen Bogen- und Glühlampen den nöthigen Strom.

DIE

GALVANISCHEN ELEMENTE,

ACCUMULATOREN

UND

THERMO-ELEKTRISCHEN SÄULEN

VON

W. PH. HAUCK

ELEKTROTECHNIKER.

Wie sich die Wassermassen eines Stromes nach Durchstechung des letzten Dammes in ihr neues Bett zu ergiessen pflegen und dabei viele der bisher bestandenen Nebenadern trocken gelegt werden, so geschah es auch auf dem Gebiete der Erzeugung des elektrischen Stromes nach der Entdeckung des dynamo-elektrischen Principes. Rasche und glänzende Erfolge waren hier zu verzeichnen und deshalb darf es uns nicht Wunder nehmen, dass die Elektrotechniker ihre ganze Aufmerksamkeit den neuen Stromquellen zuwendeten und die bisher gebräuchlich gewesenen vernachlässigten.

Mit dieser Entwicklung der Stromquellen im innigen Vereine stieg aber auch die Anwendung der Elektricität zu vorher nie geahnter Höhe und gelangte dabei auch zu allgemeiner Verbreitung.

Diese Verbreitung, welche sich noch rascher auszudehnen strebt, als die vorhandenen Mittel gestatten, hat besonders Diejenigen, welche an die von ihnen benöthigten Elektricitätsmengen keine gar zu hohen Anforderungen stellen, dahin geführt, zurückzugreifen auf die alten Stromquellen, d. i. die Batterien. Leider müssen wir gestehen, dass die Erfolge auf diesem Gebiete ausserordentlich bescheidene sind, und dass die angestrebten Verbesserungen durchaus keinen Vergleich gestatten mit den tagtäglich auftretenden Fortschritten, welche bezüglich der Leistungsfähigkeit der dynamo-elektrischen Maschinen gemacht werden.

Kurze Zeit schien es, als wären wir der Lösung dieser schwierigen Frage durch die Accumulatoren näher gerückt; seit sich aber erweist, dass auch deren Leben eine zuweilen nur sehr kurze Spanne Zeit währt, und die Verluste bei ihrer Benützung grösser sind als erwartet wurde, darf auch dieser Pfad nur mit grosser Vorsicht betreten werden.

Da dieser Bericht in erster Linie praktischen Zwecken dienen soll, dünkt es uns nicht überflüssig, ehe wir an die Beschreibung der ausgestellt gewesenen Batterien gehen, etwas näher die Anforderungen zu erörtern, welche an diese Stromquellen zu stellen sind, um ihnen überhaupt die Fähigkeit zu geben, in einen, wenn auch nur bescheidenen Wettkampf mit den Maschinen treten zu können. Indem wir hiebei alle theoretischen Auseinandersetzungen vermeiden und uns nur an die chemischen Vorgänge in den Elementen halten, wollen wir es versuchen, in Kürze ein Bild dessen zu geben, was bei der Stromerzeugung vor

sich geht und dann daran Folgerungen knüpfen, welche uns von selbst zur Erkenntnis dessen führen werden, was auf diesem Gebiete der Verbesserung bedarf.

Spannung und Stromstärke (Elektricitätsmenge). Vor Allem wollen wir bemerken, dass durch sorgfältig angestellte Versuche nachgewiesen ist, es entspreche einer gewissen chemischen Arbeit, z. B. der Auflösung eines bestimmten Gewichtes Zink, eine bestimmte Elektricitätsmenge, gerade so, wie einem bestimmten Gewichte verbrannter Kohle eine bestimmte Wärmemenge und dieser auch eine gewisse, bestimmte Menge Wasserdampf entspricht. Je nach der Anlage des Kessels würden jedoch mit der Gewichtseinheit Kohle, z. B. mit 1 *kg*, verschiedene Dampfspannungen zu erreichen sein.

Aehnlich ist es in dem Elemente, das je nach seiner Zusammensetzung für ein Kilogramm Zink zwar immer dieselbe Elektricitätsmenge im Ganzen, aber verschiedene Mengen in der Zeiteinheit liefert, je nachdem die Spannungen verschieden sind, die bei seiner Lösung (Verbrennung) entstehen. Von der Spannung aber hängt es wieder ab, wie viel Elektricität (Dampf) in der Zeiteinheit verbraucht werden kann (ausströmt), sobald der Querschnitt des Leiters und seine Länge (die Ausströmungsöffnung) eine bestimmte ist. Besitzt der Dampf eine hohe Spannung, wird durch dieselbe Oeffnung in der Secunde mehr ausströmen, der von einem Kilogramm Kohle gelieferte Dampf früher verbraucht sein, dafür aber auch mehr Arbeit geleistet werden, als von Dampf niederer Spannung, der denselben Cylinder speisen würde.*) Um von derselben Kohlenmenge in derselben Zeit die gleiche Arbeit zu erhalten, müssten wir die Ausströmungsöffnung und den Füllraum des Dampfcylinders grösser machen.

Die Rolle, welche hier die Kesselanlage spielt, vertreten im Elemente die Elektroden (die Metalle derselben), von deren Wahl und Stellung gegen einander, von deren Grösse und von der Zusammensetzung der Flüssigkeit es abhängt, ob eine grosse Elektricitätsmenge bei geringer Spannung, oder eine geringere Elektricitätsmenge bei hoher Spannung in der Zeiteinheit geliefert werde.

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, dass die Stromstärke, d. i. die Elektricitätsmenge welche in der Zeiteinheit zur Verwendung gelangen kann, in einer gewissen Abhängigkeit von der Spannung E stehen müsse.

Genaue Untersuchungen haben denn auch, ebenso wie theoretische Betrachtungen ergeben, dass die Spannung E gleich $J \times W$ sei, wo unter W eine von Fall zu Fall veränderliche Grösse zu verstehen ist, die von der Wahl der Stoffe, die das Element zusammensetzen, wie auch von den Verbrauchs-Apparaten (Lampen und Motoren) abhängt. Da J von der aufgezehrten Zinkmenge (oder anderen verbrauchten Stoffen) abhängt, so ergibt sich, dass auch diese in Beziehung zu E gebracht werden kann.

In der That ist E gerade proportional dem Wärmewerthe der in den Elementen stattfindenden chemischen Processe, d. h. der bei der Verbrennung (Auflösung) gleicher Gewichte des Zinkes in verschiedenen Elementen freigewordenen

*) Um nicht misverstanden zu werden, müssen wir beifügen, dass wir uns bei dem angegebenen Vergleiche den Dampf unzusammendrückbar vorzustellen haben, dabei annehmend, dass er etwa wie Wasser wirke, das unter einem bestimmten Drucke, hier die Dampfspannung, steht.

Wärmemenge. Diese wird bei Elementen durch die sogenannten Gramm-Calorien ausgedrückt, d. h. durch Einheiten der Wärmemenge, deren jede im Stande ist, ein Gramm Wasser von 0° auf 1° Celsius zu erhöhen.

Wir haben erkannt, dass die Spannung E, auch elektromotorische Kraft genannt, die Aufgabe habe, die Elektricitätsmenge durch die Leiter fortzuführen, so wie etwa der Dampfdruck den Kolben bewegt; letzteres ist nur dann möglich, wenn ein Unterschied zwischen der Spannung vor und hinter dem Kolben besteht. Dieser Unterschied wird in der Elektricitätslehre Spannungsdifferenz, Potentialdifferenz, oder auch das Gefälle der Elektricitätsmenge genannt. Herrscht an dem einen Punkte die Spannung (das Potential) Null, so ist die Potentialdifferenz (Spannungsdifferenz) gleich der elektromotorischen Kraft der Stromquelle.

Daher kommt es, dass wir bei Messung mittelst Galvanometer den das Gefälle beeinflussenden Widerstand in Rechnung ziehen müssen, wenn wir die elektromotorische Kraft kennen lernen wollen ($E = J \,.\, W$), während das Elektrometer, das keines Stromes bedarf, die Spannung direct zu messen gestattet. Dies geschieht dadurch, dass wir ein Polende mit der Erde verbinden, deren Potential Null ist, während wir am anderen die Kraftäusserung der Elektricitätsmenge bestimmen, welche Art zu messen vielleicht der Bestimmung einer Dampfspannung mittelst des Manometers zu vergleichen ist. Die Spannung aus der Leistung des Dampfkolbens direct zu berechnen, würde der Messung mit Hilfe des Galvanometers entsprechen.

Der Vollständigkeit halber wollen wir nicht unerwähnt lassen, dass es auch auf galvanometrischem Wege möglich ist, äusserst annähernd die Spannung E zu bestimmen. Zu unserem Beispiele vom Dampfcylinder zurückkehrend, wollen wir annehmen, dass abgezweigt von seiner Dampfzuleitung eine andere bestehe, die zu einem Cylinder führt, der eine ausserordentlich kleine Dampfmenge beansprucht. Nennen wir A die Arbeit des grossen Dampfcylinders, so können wir nach unseren bisherigen Annahmen $A = E \,.\, J$ setzen, denn J, die Dampfmenge, ist gleichbedeutend mit Länge l mal Querschnitt q des Cylinders und E ist der auf den Kolben ausgeübte Druck, somit, da Kraft mal Weg gleich Arbeit und die Kraft gleich E mal q ist, $A = E \,.\, q l = E \,.\, J$.

Der Dampfcylinder, welcher eine ausserordentlich kleine Dampfmenge beansprucht, wird eine Arbeit a leisten und wir können somit $a = iE$ setzen, unter i die Stromstärke in der Zweigleitung verstanden, in welcher für unseren Fall statt des kleinen Dampfcylinders der Messapparat, das Voltmeter, eingeschaltet ist. Da aber der Widerstand in dem Hauptstromkreise gegenüber jenem in der Zweigleitung, der einige tausend Male stärker ist, verschwindet, so können wir i als unabhängig von J, also als constant ansehen und deshalb weil $E = \frac{a}{i}$ ist, a aber die Angaben des Messapparates bezeichnet, E proportional denselben betrachten. Zur Erreichung dieses Zweckes werden auch die Windungen dieser Galvanometer aus sehr dünnen Drähten hergestellt.

Die chemischen Vorgänge in den galvanischen Elementen. In einem Elemente, das aus Zink, verdünnter Schwefelsäure und einer zweiten

Elektrode besteht, welche durch die Flüssigkeit nicht verändert wird, also bei unserer Rechnung nicht in Betracht kommt, wird das Zink in Zinksulfat verwandelt, welchem chemischen Processe 106.090 Calorien entsprechen. Dabei findet aber gleichzeitig eine Entwicklung von Wasserstoffgas statt, die wir nicht unberücksichtigt lassen dürfen, weil sie von der Trennung einer Verbindung herrührt, also Wärme verbraucht und in Abzug gebracht werden muss. Dieser Trennung entsprechen 68.360 Calorien, so dass also für die Umwandlung in elektrische Spannung 37.730 Cal. verfügbar bleiben.

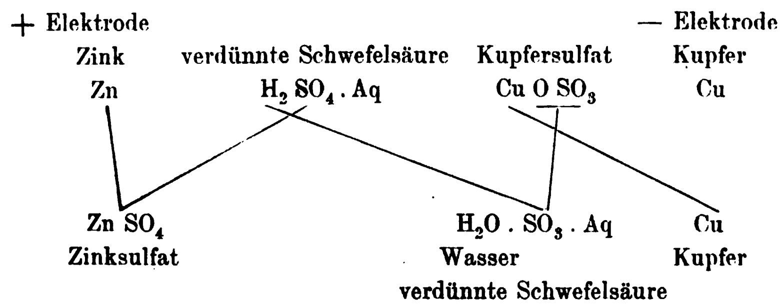
Aus dieser Betrachtung können wir sofort einen der grössten Mängel unserer hydro-elektrischen Stromquellen erkennen, nämlich: dass ein Theil der angewendeten chemischen Energie zu nicht geforderter Arbeit, zur Wasserstoffabscheidung, benützt wird.

Könnten wir Veranstaltungen treffen, dass bei der Stromentwicklung statt der Abscheidung von Wasserstoff die Abscheidung eines Stoffes stattfände, bei dessen Abtrennung ein geringerer Verlust eintritt, so hätten wir schon etwas gewonnen. Das ist thatsächlich der Fall, wenn statt Wasserstoff Kupfer abgeschieden wird, was im Daniell-Elemente geschieht; wir haben dort:

für die Bildung von Zinksulfat einen Cal.-Effect wie früher von	106.090 Cal.
für die Abscheidung des Kupfers aus dem Sulfat	— 55.060 Cal.
somit ein Cal.-Effect von	+ 50.130 Cal.
während wir früher nur	+ 37.730 Cal.

hatten.

Der Vorgang, welcher hierbei stattfindet, kann wie folgt angenommen werden:



Darnach erfolgt eigentlich eine Verbrennung des Wasserstoffes durch den Sauerstoff des Kupfersulfates und wir hätten zu schreiben:

Für die Bildung von $Zn\,SO_4$	+ 106.090 Cal.
„ „ Trennung von H_2O	— 68.360 Cal.
„ „ Bildung von H_2O	+ 68.360 Cal.
„ „ Trennung von $Cu\,SO_4$ . . .	— 55.960 Cal.
Gesammt-Effect =	+ 50.130 Cal.

Wir sehen also, dass es am vortheilhaftesten wäre, wenn wir den letzten Posten ganz in Wegfall bringen könnten.

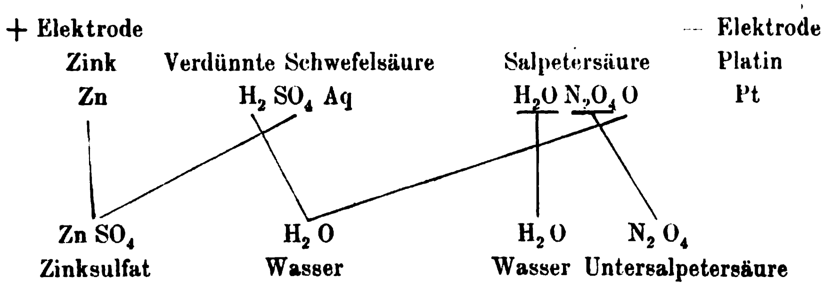
Dies ist in der That durch Einführung von Sauerstoff möglich, und findet diese Verbrennung auch immer zu Beginn der Thätigkeit des Zink-Kupfer-Elementes statt, wenn selbes noch gelöste Luft, somit auch Sauerstoff enthält. Der Gesammt-

Effect beträgt dann + 106.090 Cal. Wird die elektromotorische Kraft (unter welcher Bezeichnung die Spannungsdifferenz an den Polenden eines Elementes häufig verstanden wird), welche das Daniell-Element aufweist, gleich Eins genommen, so haben wir:

Daniell-Element	Volta-Element I. Fall	Volta-Element II. Fall
$50.130 = 1$	$\frac{37.730}{50.130} = 0{\cdot}75$	$\frac{106.090}{50.130} = 2{\cdot}11.$

Der gelöste Sauerstoff ist jedoch bald aufgezehrt, so dass die Spannung von 2·11 rasch auf 0·75 fällt, eine Erscheinung, welche Polarisation des Elementes genannt wird.

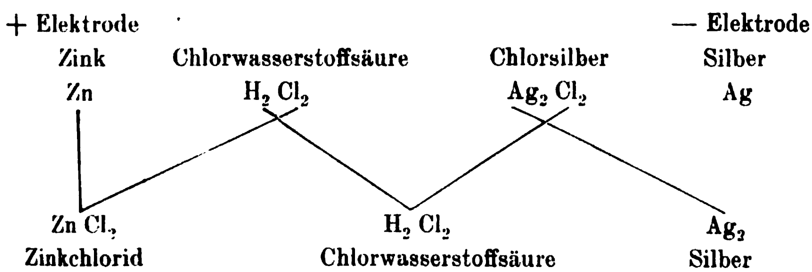
Es ist leicht begreiflich, dass statt Sauerstoff auch Körper in Verwendung kommen können, welche den Sauerstoff leicht abscheiden, wie dies z. B. bei der Salpetersäure der Fall ist. Wir haben dann:



Der Calorien-Effect

für die Bildung von $Zn\,O\,SO_3\,Aq$ ist = + 106.000 Cal.
„ „ Trennung von $N_2O_4\,O\,H_2O$ . . = — 10.010 Cal.
der Gesammt-Effect ist also = + 96.080 Cal.
= 1·71 Daniell.

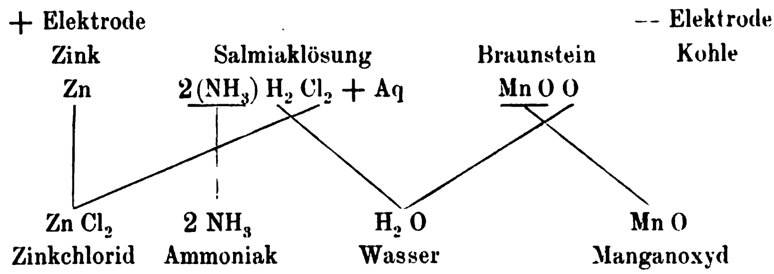
Aber nicht blos der Sauerstoff, sondern auch andere Elemente, die mit dem Wasserstoff in Verbindung treten, sind geeignet, die geforderte Aufgabe zu erfüllen. In dem Chlorsilberelement z. B. haben wir folgende Vorgänge zu verzeichnen:



Für die Bildung von $Zn\,Cl_2$ haben wir einen Cal.-Effect von + 112.840 Cal.
für die Trennung Ag_2 und Cl_2 . . . . — 58.760 Cal.
somit einen Gesammteffect von . . . . . . — 54.099 Cal.

Es ist aber nicht unbedingt nothwendig, dass eine Säure den Sauerstoff liefert, auch Metalloxyde können zu diesem Dienste herangezogen werden, wie dies thatsächlich im Leclanché-Elemente der Fall ist.

Die Vorgänge in diesem Elemente, deren Schema wir auch, wie die früheren nach Pfaundler geben, sind folgende:



Wir sehen somit, dass die Spannung von der Wahl der Stoffe abhängt, welche in dem Elemente verwendet werden, und dass sie sehr verschieden sein kann, trotzdem immer Zink zur Verbrennung gelangt, dass sie aber unbedingt unabhängig sein wird von der Grösse der Elemente, gerade so wie ja auch die Spannung des Dampfes im Kessel nicht unbedingt von dessen Grösse abhängig ist. Darin weichen aber Dampf- und Elektricitäts-Spannung von einander ab, dass wir unter Umständen durch vermehrten Kohlenverbrauch wohl die Dampfspannung, durch vermehrten Zinkverbrauch (Vergrösserung der Oberfläche) nur die Elektricitätsmenge, nie aber ihre Spannung erhöhen können, weshalb ein Element einem mit Sicherheitsventil versehenen Kessel zu vergleichen ist.

In der That dürfen wir annehmen, dass dann, wenn die Spannung eine den Verhältnissen entsprechende Höhe erreicht hat, eine Wiedervereinigung der getrennten Elektricitäten unter Wärmeentwicklung erfolgt, eine Erscheinung, welche immer eintritt, wenn ein Metall aufgelöst wird.

Der innere und der äussere Widerstand. Die Elektricitätsmenge, welche an einem bestimmten Punkte der Leitung verbraucht werden kann, hängt ausser von der Wahl der Elektroden und deren Anordnung auch von der Länge und dem Querschnitte des Leiters und von dessen Natur ab. Für unsere kurze Betrachtung wollen wir blos das Kupfer als einen der besten Leiter in Betracht ziehen, und haben somit nur von der Länge und dem Querschnitte des Leiters zu sprechen. Wir können denselben somit auch mit einer Dampfleitung vergleichen. So wie ein längerer Röhrenstrang der Fortbewegung des Dampfes ein Hindernis entgegensetzt, so geschieht dies auch der entwickelten Elektricitätsmenge gegenüber im Drahte; dieses Hindernis wird gemeinhin mit dem Namen „elektrischer Widerstand" bezeichnet, und zwar fügt man für den in's Auge gefassten Fall noch hinzu, dass dies der äussere Widerstand sei, zum Unterschiede von dem inneren, welcher durch die Stromquelle selbst bedingt wird. Wie leicht zu verstehen ist, wird natürlich auch der Fortbewegung der Elektricität von der Erzeugungsstätte zu der Elektrode, welche dieselbe ableitet, ein Widerstand entgegengesetzt, der mit der Vergrösserung des Abstandes, von der anderen Elektrode zunimmt, hingegen abnimmt, wenn die Oberfläche derselben

vergrössert wird. Auch und sogar vor Allem spielt die Zusammensetzung der Flüssigkeit eine wichtige Rolle und ist daher ein Hauptaugenmerk dahin gerichtet, solche Stoffe zu wählen, welche der Elektricität einen möglichst geringen Widerstand entgegensetzen.

Wir haben schon früher erwähnt, dass die Spannung $E = JW$ ist, in welchem Ausdrucke W von der Beschaffenheit der Stromquelle und des Leiters abhängt. Dieses W ist eben der innere und der äussere Widerstand (W_i und W_a) und wir sehen, dass die Stromstärke, unter welchem Ausdrucke man die in der Zeiteinheit gelieferte Elektricitätsmenge J versteht, gerade proportional der Spannung E und umgekehrt proportional dem Widerstande W, somit $J = \frac{E}{W}$ ist. Dieses, von dem deutschen Physiker Ohm zuerst klargelegte Gesetz besagt also, dass die Stromstärke J mit der Zu- oder Abnahme der Spannung E wächst oder sich vermindert, hingegen mit wachsendem Widerstande W abnimmt.

Nun sind aber der Vergrösserung der Spannung bald Schranken gesetzt, welche nur dadurch beseitigt werden können, dass wir mehrere Elemente zu einer Kette vereinigen, indem wir die Elektroden entgegengesetzter Art mit einander verbinden. Aber auch dieses einfache Hintereinanderschalten der Elemente erfüllt nicht immer den Zweck, da ja dadurch auch der innere Widerstand zunimmt. Dies bedingt eine Verringerung der gelieferten Elektricitätsmenge, weil ihrer Fortbewegung durch die elektromotorische Kraft ein grösseres Hindernis in den Weg gelegt wird. Vielleicht wird uns der Leser sagen: Ja, wir müssen doch auch durch Verringerung von W grössere Elektricitätsmengen erhalten, warum vergrössern wir also nicht die Elektroden? — Dies ist wohl möglich, genügt aber nicht immer, weil das E eine gewisse Grösse haben muss, um Hindernisse in der Leitung oder in den Apparaten zu überwinden, und immer einen höheren Werth bedingt, wenn die Erzeugungsstätte von jener der Verwendung weit entfernt, die Leitung also lang ist und aus dünnen Drähten oder gar aus Gasen (elektrischer Lichtbogen) besteht.

Forderungen, welche an ein gutes Element zu stellen sind. Es ist hier gewiss nicht der Platz, auf diese Verhältnisse näher einzugehen; wir wollten nur darauf hinweisen, dass wir gemeinhin genöthigt sein werden, eine grössere Anzahl von Elementen zu verwenden; bedenken wir nun, dass dieselben gefüllt, entleert und gereinigt werden müssen, so werden wir leicht erkennen, dass die Hauptforderungen, welche wir an ein gutes Element zu stellen gezwungen sind, in Folgendem bestehen werden: 1. bei möglichst geringem Preise in einer möglichsten Einfachheit der Theile desselben, 2. in einer hohen elektromotorischen Kraft und 3. in der Fähigkeit, längere Zeit den Strom in gleicher Stärke zu liefern, wobei noch darauf Bedacht zu nehmen ist, dass während der Ruhezeit die verwendeten Stoffe nicht nutzlos verzehrt werden.

Kommt, wie in den meisten Fällen, der Erzeugungspreis des Stromes in Betracht, so müssen wir vor Allem einer nutzlosen Zinkauflösung vorbeugen; niemals dürfen wir uns aber der Hoffnung hingeben, dass es uns gelingen werde, in so lange wir für Zink keinen Ersatz haben, auch durch noch so geringen Verbrauch dieses Stoffes, mit Erfolg gegen die Dampfmaschine auftreten zu können.

So unvollkommen, als auch die Umsetzung der Verbrennungswärme der Kohle in Kraft vor sich geht, so billig ist aber auch dieser Stoff im Verhältnisse zu unserem Zink. Um eine Stunde hindurch die Arbeit von 75 Kilogrammmetern zu leisten, müssen 1·6 *kg* Zink in Lösung gehen, was 36 Kreuzer kostet, eine Leistung, die durch eine Dampfmaschine nicht einmal den zehnten Theil des Kostenaufwandes erfordert.

Dieser Kostenaufwand könnte freilich dann eine Verringerung erfahren, wenn die durch den geschilderten Process in der Batterie entstehenden Stoffe werthvolle wären oder wenn wir durch ein billiges Mittel die Verbrennung des ausgeschiedenen Wasserstoffes erzielen könnten.

In dieser Richtung haben sich schon verschiedene Elektriker mit grösserem oder geringerem Erfolg versucht — und alle Anerkennung verdient, was Einfachheit und nahezu vollständige Kostenlosigkeit anbelangt, jenes Element, welches Louis Maiche in Paris vor mehreren Jahren zusammengestellt hat, und welches auch in der hiesigen Ausstellung zu sehen war. In diesem Elemente wird eben der nichtskostende Sauerstoff der Luft dienstbar gemacht.

I. Die galvanischen Elemente.

Das Maiche-Element (Fig. 100), welches wir im Nachfolgenden beschreiben wollen, ist wie folgt zusammengestellt. Als negative Elektrode dient platinirte Kohle, die von platinirten Kohlenkörnern umgeben ist, welche in ein durchlöchertes poröses Gefäss eingefüllt sind. Durch die Mitte dieses Gefässes geht vom Ebonitdeckel, der es trägt, eine Hartgummiröhre nach abwärts, an deren unterem Ende eine Porzellanschüssel befestigt ist. Diese Schüssel dient zur Aufnahme von Quecksilber und Zinkstücken, welche die positive Elektrode bilden. Ein Platindraht, welcher in das Amalgam taucht und durch die Ebonitröhre nach aufwärts geht, vermittelt die Verbindung mit der Klemme, ein zweiter Platindraht besorgt die Stromableitung; er ist um ein grösseres Kohlenstück oder, auch besser noch, um mehrere dergleichen gewickelt und endigt an der zweiten Klemme. Als erregende Stoffe dienen entweder 250 *g* Ammoniaksalz oder 140—150 *g* Natriumbisulfat, oder, in Ermanglung beider, Wasser, das 5—10 % englische Schwefelsäure enthält. Die Flüssigkeit, welche ein wenig über $1^1/_2$ *l* beträgt, soll nicht mehr als $^2/_3$ des zusammengestellten Elementes füllen und etwa 2 *cm* über dem unteren Rande des porösen Gefässes stehen, damit der obere Theil der Retortenkohlenkörner nur durchfeuchtet und so dem Sauerstoff der Luft voller Zutritt zu denselben gestattet ist.



Fig. 100.

Wenn wir dem Erfinder in Bezug auf die Angaben über sein Element vollen Glauben schenken dürfen, erzielt er gegenüber anderen Elementen, welche sich verschiedener Stoffe zur Vernichtung der Wasserstoffabscheidung bedienen, 95 % Ersparnis der Ausgaben für den Unterhalt. Begreifen lässt sich eine bedeutende Ersparung ganz leicht, da ja der Sauerstoff der Luft nichts kostet, und er dazu beiträgt, wie wir Eingangs gesehen haben, die Spannung ganz erheblich zu vermehren. Leicht zu begreifen unter diesen Umständen ist aber auch, dass, wie der Erfinder zugiebt, das Element bei kurzem Schluss sich bald erschöpft, also keine rege Verwendung gestattet und nur für unterbrochenen Dienst, wie bei Haustelegraphen, gut brauchbar ist. Dafür wird aber das Zink so gut ausgenützt, dass 1 *g* gelösten Zinkes fähig ist, wieder 1 *g* aus der Lösung zu fällen.

Wir wissen ja, dass wenn der äussere Widerstand gering ist, die Zinkauflösung rascher erfolgt und eine vermehrte Zinkauflösung eine vermehrte Wasserstoffabscheidung mit sich bringt, welche den gelösten Sauerstoff rasch verzehrt, worauf dann die Stromquelle versiegt, welche wir in der Verbrennung des Wasser-

stoffes besitzen. Einige Zeit der Ruhe oder Arbeit mit grösserem Widerstand, 2—4 *km* Telegraphendraht genügen, dem Elemente zur Erlangung seiner ursprünglichen elektromotorischen Kraft, welche 1·15 Volt beträgt, zu verhelfen.

Etwas übertrieben scheint uns die Angabe über die Dauer der Wirksamkeit dieses Elementes zu sein; sie soll 10—15 Jahre betragen. Freilich, wenn die Flüssigkeit immer zur rechten Zeit erneuert wird, so dass sich die Poren nicht mit Salzkrystallen, oder dem unlöslichen Ammon-Zinkoxydchlorid verstopfen, dann kann dies wohl der Fall sein, und steht dann bei zeitweiliger Zinkerneuerung einer ewigen Dauer nichts entgegen; dann bleibt aber auch nicht das Element unberührt stehen.

Unzweifelhaft von Vortheil ist der Umstand, dass die positive Elektrode in ziemlicher Entfernung vom Boden des Glases angebracht ist, weil sich die entstehenden Zinksalze zu Boden setzen können und verhindert wird, dass eine gesättigte Lösung derselben bis zur Kohle aufsteigt und sich dort Zink niederschlägt, was zuweilen bei sehr weitgehender Polarisation vorkommen kann.

Wie uns der Erfinder versicherte, soll der Widerstand des Elementes nur 0·50 Ohms betragen, was gegenüber anderen Elementen dieser Art sehr gering wäre. Der Preis ab Fabrik beträgt 5 Frcs., das zur Beschickung nöthige Quecksilber kostet 50 Cent., die beiden Zinkstücke 30 Cent.

Wir haben uns über dieses Element etwas eingehender ausgesprochen, weil die Anordnung seiner Theile sowohl sinnreich als zweckmässig ist, weil es schon eine starke Verbreitung gewonnen hat und diese Zeilen vielleicht anregen, dass auf dem angegebenen, richtig gewählten Pfade weiter geschritten werde.

In der That haben auch in neuester Zeit Fr. Kühmayer und Josef Wanniek in Wien durch zeitweiliges Aussetzen der Kupferplatte einer Zinkkupferkette deren Leistungsfähigkeit so weit gesteigert, dass selbe durch 60 zwölfstündige Arbeitstage einen constanten Strom liefert (X. Heft der Zeitschrift des elektrotechn. Vereines in Wien 1883.) Die genaue Beschreibung der Einrichtung dieser in allen Staaten patentirten Säule, über welche die Versuche noch nicht beendet sind, dürfte demnächst der Oeffentlichkeit übergeben werden; wir können denselben wohl mit Interesse, keineswegs aber mit gar zu hoch gespannten Hoffnungen für die Praxis entgegensehen.

Die erforderliche mechanische Arbeit darf bei derlei Einrichtungen nicht ausser Acht gelassen werden; aus diesem Grunde scheint auch die 1859 von Erkmann und 1864 von Maistre ersonnene Säule (pile rotative), deren Elektroden aus drehbaren Eisen-, Kupfer- oder Kohlenscheiben bestanden, die zum Theile in die Flüssigkeit tauchten, zum Theile nach und nach der Luft ausgesetzt wurden, keine weitere Verbreitung gefunden zu haben. (Die galv. Batterien von W. Ph. Hauck, Elektro-techn. Bibliothek. IV. Bd. S. 74.)

Ein anderes Element, welches die rege Aufmerksamkeit aller Fachleute wach rief, war das von der Firma H. de Branville & Co. in Paris erzeugte und ausgestellte Element von F. de Lalande und G. Chaperon; es gehört zu jenen, in welchen der Sauerstoff einem Oxyde entnommen wird. Das Zink taucht in eine Kalilaugelösung, die eine mit Kupferoxyd bedeckte Ableitungs-Elektrode aus Kupfer oder Eisen enthält.

Die Figur 101 zeigt uns eine Anordnung, die an das Callaud-Element amerikanischer Form erinnert. Die Lösungs-Elektrode wird aus einem spiralförmig eingerollten Zinkstab *CD* von ungefähr 1 *cm* Dicke gebildet, der von dem Deckel *E* getragen wird, durch welchen das innere, senkrecht abgebogene Ende, das mit einem Schraubenkopf *F* festgehalten wird, hindurch geht. Am Boden des cylindrischen Gefässes ruht die cylinderförmig gebogene Ableitungs-Elektrode *A*, von der ein mit Isolirungshülle versehener Draht *c* nach aussen führt. Soll das Element in Thätigkeit versetzt werden, so wird der Kautschukdeckel, welcher die Ableitungs-Elektrode verschliesst, entfernt und auf das in der letzteren aufbewahrte Aetzkali Wasser gegossen; nach erfolgter Lösung wird das Kupferoxyd eingefüllt. Wenn die Verhältnisse richtig gewählt sind, so enthält die Lösung etwa 30—40 Theile Aeztkali auf 100 Theile Wasser.

Eine andere Anordnung (Fig. 102), die auf möglichst geringen inneren Widerstand hinzielt, ist jene, welche an das Thomson-Element erinnert. Viereckige,



Fig. 101.

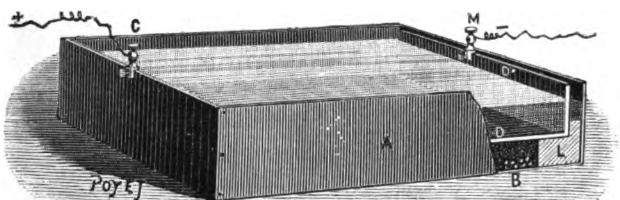


Fig. 102.

10 *cm* hohe Kästen *A* aus Schwarzblech, deren Länge 40 *cm* bei 20 *cm* Breite beträgt, haben eine mit Kupfer und Kupferoxyd bedeckte Bodenfläche *B* und sind bis 3 *cm* unter dem oberen Rande mit der Aetzkalilösung angefüllt. Die wagrecht eingelegte Zink-Elektrode *D* ruht auf 4 Porzellanklötzchen *L*, die in den 4 Ecken liegen; an den schmalen Seiten angebrachte Klemmen gestatten die Befestigung der Leitungsdrähte. Um sowohl der raschen Verdunstung, als auch dem Umstande zu begegnen, dass die Aetzkalilösung Kohlensäure aus der Luft aufnimmt, wird das Element entweder mit einem Deckel versehen, oder, wenn mehrere aufeinander gestellt werden, eine Schichte Mineralöl aufgegossen.

Soll das Lalande-Element möglichst lange Dienst leisten, und sollen die Stoffe völlig ausgenützt werden, so wird ihm nachfolgende Anordnung gegeben. Vor Allem wird das Gefäss mit einem Metalldeckel (Kupfer oder Eisen) versehen, welcher luftdicht schliesst, was durch Zwischenlagen von Kautschuk erreichbar ist. Dieser Deckel trägt 2 Schwarzblechstreifen, an denen mittelst Kautschuk-

bändern das in Plattenform gebrachte Kupferoxyd befestigt ist. In der Mitte des Deckels befindet sich eine runde Oeffnung, in welche der am oberen Theil mit einem Kautschukschlauch überzogene amalgamirte Zinkstab stöpselartig eingesteckt wird. Ausserdem ist der Deckel mit einer Füllöffnung und einem Ventile versehen, das einfach aus einem Stückchen emporragenden Kautschuckschlauches besteht, welches der Länge nach eingeschnitten und am Ende verschlossen ist. Bei grösserem inneren Druck klafft der Schnitt, und die Gase können entweichen.

Um die Kupferoxydplatten herzustellen, genügt es, Kupferoxyd mit 5—10% Chlormagnesium zu mischen und die dicke Masse in einer Eisenblechform zu erwärmen, worauf sie bald fest und um so poröser wird, je mehr Chlormagnesium beigemischt ist.

Fig. 103 zeigt weiters die „Elément hermétique" genannte Zusammenstellung. — Der aufgekittete Deckel *E* besitzt in der Mitte eine Oeffnung, in welche der amalgamirte Zinkcylinder *D* mit Hilfe eines übergeschobenen Kautschuckschlauches luftdicht eingesetzt wird. *H* ist das oben beschriebene Ventil. In dem Knopfe *A* endlich endigt der isolirte Ableitungsdraht *C* der mit Kupferoxyd bedeckten Kupferscheibe *B*. Das Element wird in zwei Grössen hergestellt u. z. 13·5 und 16 *cm* hoch, 4 und 8 *cm* breit.

Die Leistungen des Elementes können recht zufriedenstellende genannt werden, denn es übertrifft durch seine Constanz das Leclanché-Element und durch seine Sparsamkeit das Daniell-Element, bietet also eine Vereinigung guter Eigenschaften zweier Elemente, welche sonst als Muster aufgestellt werden. Versuche, welche E. Hospitalier im l'Électricien vom 1. August 1883 veröffentlicht hat, ergaben, dass der durch Rechnung aus der gelieferten Elektricitätsmenge gefundene Zinkbedarf mit dem Verbrauche fast vollkommen übereinstimmt, was leicht erklärlich ist, da das amalgamirte Zink in der verwendeten Flüssigkeit gar nicht angegriffen wird. 1 *g* Zinkverbrauch entspricht ein Verbrauch von fast 3 *g* Aetzkali und 1·25 *g* Kupferoxyd. Letzterer Stoff, der ein Abfallsproduct der Kupferwalzwerke ist, wird in das werthvollere Kupfer verwandelt, braucht daher kaum in Rechnung gezogen zu werden. Anders steht es jedoch mit dem Aetzkali, das kein gar zu billiger Stoff ist und sich auch nicht mit Vortheil durch das weit billigere Aetznatron ersetzen lässt, weil dieses zu Auswitterungen hinneigt. Zwar ist es möglich, Aetzkali und Zink aus der Lösung, welche aus Kaliumzinkat $K_2 Zn O_2$ besteht, durch den Strom abzuscheiden, ein Process, der sogar in dem vollständig zusammengesetzten Elemente vorgenommen werden kann. Es ist klar, dass es auf diese Art einen Accumulator bilden würde, da sich auch das Kupfer wieder oxydirt. Der Weg kann aber, der schwammartigen Beschaffenheit des ausgeschiedenen Zinkes wegen, nicht mit Vortheil benützt werden. Aus dem reducirten Kupfer wird durch Rösten wieder das Oxyd bereitet. Doch dürfte es in den meisten Fällen vorzuziehen sein, den Kupferhammerschlag zu verwenden, weil das Kupfer einen bedeutend grösseren Werth besitzt.

Ein Umstand nur ist sehr zu beklagen, und das ist die geringe elektromotorische Kraft des Elementes, die nur 0·98 Volts beträgt. Da aber trotzdem die Trog-Elemente bei den angegebenen Ausmaassen 15—20 Ampéres liefern, lässt sich erkennen, dass der innere Widerstand ein geringer sein muss.

Das Element bietet den weiteren Vortheil, dass sich sein innerer Widerstand durch die Thätigkeit des Elementes eher verringert als vergrössert, weil ja Kupfer ausgeschieden wird, das ein besserer Leiter als das Oxyd ist. Zwei der Trog-Elemente können ganz gut ein Bunsenelement ersetzen und hoffen die Erfinder ebenso gute Erfolge bei Beleuchtung zu erreichen, als bei den bisherigen Versuchen, die sich hauptsächlich darauf beschränkten, das Leclanché-Element mit Erfolg bei den Mikrophonen zu ersetzen.

Die Vortheile, welche also das Lalande-Element bietet, sind, kurz zusammengefasst, folgende:

1. Einfachheit der Gestalt und die Möglichkeit, die positive Elektrode, welche aus einem billigen Stoffe (Schwarzblech) besteht, als Gefäss zu verwenden, dem mannigfaltige Formen gegeben werden können.

2. Der Sauerstoff abscheidende Stoff verwandelt sich in ein besseres Product, kostet somit eigentlich nichts; er ist auch vom Hause aus sehr billig.

3. Das Zink ist gar keinem unnützen Verbrauche ausgesetzt.

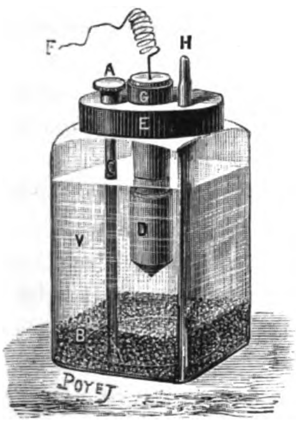


Fig. 103.

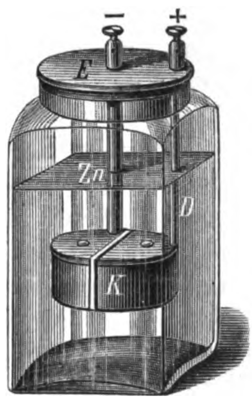


Fig. 104.

4. Das Element kann, ohne dass sich die Stromstärke sehr merklich ändert, bis fast zum völligen Aufbrauch seiner Masse auf geringe Widerstände arbeiten, ist also fähig, nach Bedarf grössere oder geringere Elektricitätsmengen zu liefern.

5. Das Element bedarf, wenn es abgeschlossen ist, keinerlei Wartung.

Als Nachtheile sind anzuführen:

1. Die geringe Spannung, welche der gelieferte Strom besitzt, was für manche Zwecke eine grosse Anzahl von Elementen bedingt.

2. Die Anwendung von Aetzkali, eines Stoffes, welcher die Beschickung nicht unerheblich vertheuert und durch Kohlensäureaufnahme leicht verdirbt.

Dem Lalande-Elemente sehr ähnlich ist das Teller-Element (Fig. 104), das statt der Eisen- oder Kupferelektrode eine solche aus Kohle *K* besitzt, die in Form eines unten geschlossenen Hohlcylinders hergestellt ist. Diesen umschliesst am oberen Rand ein Kupferring, an dem der Ableitungsdraht *D* befestigt ist, der eine isolirende Umhüllung besitzt. — Dieser Draht durchdringt den Hartgummi-

deckel *E* und trägt eine Klemme, durch welche somit die negative Elektrode an dem Deckel befestigt ist. Ein Zinkstab *Zn*, dessen Durchmesser etwa $1\frac{1}{2}$ *cm* beträgt, geht von der Mitte des Deckels aus und reicht bis zum oberen Rande des Kohlencylinders, der durch einen Papierdeckel verschlossen ist, in welchem sich zwei Oeffnungen von etwa $\frac{1}{2}$ *cm* Durchmesser befinden. Die kleine Kohlenbüchse enthält einige Stückchen Kohle und Kupferoxyd. Die beiden Elektroden tauchen in eine Aetznatronlösung, die vor dem Verderben durch die Kohlensäure der Luft durch den gutschliessenden Deckel geschützt ist. Die elektromotorische Kraft beträgt, wie wiederholte Messungen des Verfassers ergaben, 1·38—1·4 Volts und nimmt bei kurzem Schluss nach etwa 20 Minuten um 0·4 Volts ab, so dass sie auf 1·00 sinkt; das Element erholt sich jedoch staunenswerth rasch; wurde bei den Versuchen, welche der Verfasser anstellte, ein grösserer Widerstand eingeschaltet, so blieb die elektromotorische Kraft constant.

Einer Eigenthümlichkeit des Elementes soll noch Erwähnung gethan werden, weil sie zugleich ein Vorzug desselben ist. Es besitzt nämlich die Fähigkeit, das abgeschiedene Kupfer wieder selbst zu oxydiren, sobald es der Ruhe überlassen wird, da dann das Kupfer der Kohle gegenüber die Lösungselektrode bildet. Hievon kann man sich leicht durch den Augenschein überzeugen, denn man bemerkt bald, wie unter Gasentwicklung die blanke Oberfläche verschwindet; es ist dies ein Vortheil, welchen das Lalande-Element nicht bieten kann, da in diesem sogar das Eisen zur Lösungselektrode wird.

Der Deckel der Büchse scheint aufgelegt zu sein, damit nicht Theilchen, welche sich vom Zink ablösen, auf das Kupferoxyd fallen.

Heute, wo das Wort Bleisuperoxyd in Jedermanns Munde ist, kann es kaum überraschen, dass einer der Erfinder diesen Stoff zur Depolarisation herbeigezogen hat. Es ist dies Michael Ossipowitsch Dolivo-Dobrowolsky in Odessa, in dessen Element die negative, aus Retortenkohle bestehende Elektrode mit einem Gemenge von Graphit und Bleisuperoxyd umgeben war.

Die Angabe über die elektromotorische Kraft, welche 1·35—1·80 Volts betragen soll, kann uns nicht überraschen, da Beetz, der sich mit einem ähnlichen Elemente eingehend beschäftigte, sogar Werthe wie 2·16 angiebt. — Störend tritt jedenfalls die Bildung des schwerlöslichen Bleisulfates auf, wodurch der Widerstand wohl bald über die angegebenen 1·25 Ohms steigen dürfte; die Thonzelle, welche das Gemisch enthält, taucht nämlich nebst dem Zink in Ammoniumsulfatlösung.

Batterien, in welchen der Wasserstoff durch den Sauerstoff leicht zersetzlicher Säuren, vorzüglich der Chromsäure, aufgezehrt wird, waren in reicherer Zahl ausgestellt; ihre Besprechung fällt jedoch zum grössten Theile in den Bericht über die Anwendung der Elektricität in der Heilkunde.

Wir wollen daher nur kurz erwähnen, dass recht zufriedenstellend die Tauchbatterien von Josef Jirasko in Wien für kurze Zeit die Glühlichtlampe zur Beleuchtung innerer Körperhöhlen speisten. Die Elemente derselben bestehen aus einer Zinkplatte von 5 *cm* Breite und 12 *cm* Höhe, welche sich zwischen zwei Kohlenplatten befinden. Diese sollen mit Weinsäure getränkt sein, um ein Ansetzen des Chromalaunes zu verhindern, und sind mit Löchern versehen, um der Säure einen leichten Zutritt zu gestatten. Eine Batterie von 5 *kg* enthält sechs Elemente,

deren Brett durch Schnüre an einer mit Zahnrad versehenen Welle hängt, durch welches, mit Hilfe eines Sperrkegels, es möglich ist, verschiedene Tauchtiefen zu erzielen. Der Kasten, welcher das Ganze umgiebt, lässt sich durch Lüftung zweier Schrauben vom Bodenbrett abheben, auf welchem die Gläser stehen, was ermöglicht, diese in 5—6 Minuten zu füllen oder zu entleeren. Die Säure besteht aus: 70*g* Kaliumbichromat, 75*g* Schwefelsäure und 700*g* Wasser, und stellt sich der Betrieb für eine Benützung durch 14 Tage und täglich $^1/_2$ Stunde nach Angabe des Erfinders auf 1 fl. 40 kr. Der Preis einer Batterie der beschriebenen Art von 6 Elementen beträgt 30 fl., eine solche zu 10 Elementen kostet 45 fl.

Ludwig Schulmeister in Wien, dessen Batterie für Galvanokaustik bestimmt war, sucht einem durch Vergesslichkeit des Arztes verursachten längeren Verweilen der Zinke in der Flüssigkeit dadurch vorzubeugen, dass selbe durch Heben und Umlegen des Handgriffes eingetaucht oder herausgehoben werden.

E. M. Reiniger in Erlangen hatte seine bekannten kleinen Winkelzellen-Batterien ausgestellt, bei welchen je nach ihrer Stellung die Flüssigkeit (Chromsäure und Schwefelsäure) die Zinke benetzt, oder in den Nebenschenkel, der in einem rechten Winkel abragt, fliesst.

C. & E. Fein in Stuttgart hatte ebenfalls eine Tauch-Batterie ausgestellt, welche sich zwar durch grosse Einfachheit auszeichnet, von der es aber zweifelhaft sein dürfte, ob sie in der Handhabung die nöthige Zweckmässigkeit bietet, wie wohl leicht aus nachfolgender kurzer Beschreibung erhellen wird.

Unzweckmässig muss vor Allem die Anwendung runder Gläser genannt werden, da dieselben weniger Flüssigkeit als auf gleichem Platze stehende viereckige Gefässe aufnehmen; ferner aber besonders zu verwerfen ist die Anwendung von nur einer Kohlenplatte, wodurch die zweite Seite der Zinke einem unnützen Verbrauche ausgesetzt ist. Die Gläser stehen in einem langen Gestelle in einer Reihe; an den Enden des Gestelles sind Säulen mit Einschnitten angebracht. in denen eine lange Leiste Lagerung findet, welche die Elektroden trägt. Ueber die Säulen hinaus ist die Leiste zu zwei Handgriffen gestaltet. Indem man diese mit beiden Händen anfasst, können alle Elektroden zugleich gehoben und kann die Leiste in einen anderen Einschnitt eingelagert werden. An der einen Längsseite der Leiste sind alle Kohlen mit der Breitseite anliegend befestigt, auf der gegenüberliegenden die halb so breiten Zinke.

Hofmechaniker W. Wolters in Wien hatte eine 6elementige Chromsäure-Tauchbatterie ausgestellt, die zur gleichzeitigen Entzündung mehrerer Gasflammen und zu galvanoplastischen Zwecken dienen sollte. Das Brett, an welchem alle 6 Elemente befestigt waren, wurde von zwei Ketten getragen. Durch Drehen an einer wagrechten Welle, die auf zwei vom Bodenbrett kommenden Stützen ruhte, konnten die Ketten aufgewunden und so das Brett gehoben werden. Mit Hilfe eines Zahnrades an der Welle und eines Sperrkegels konnte diese in jeder Stellung festgehalten werden. Wir möchten hier bemerken, dass diese Vorrichtung, die bei den Smee'schen Local-Batterien unserer Telegraphen-Aemter üblich waren, recht unhandlich, wie auch unzuverlässig ist. Die Elektroden, aus zwei Kohlen- und einer Zinkplatte bestehend, tauchten in viereckige Gefässe und konnten leicht hinter und neben einander geschaltet werden, was bei den zweierlei Anwendungs-

arten nothwendig ist. Wir bezweifeln wohl nicht grundlos die Eignung dieser Batterie zu galvanoplastischen Zwecken, da sie keine Vorrichtung besitzt, den Strom einigermassen constant zu erhalten.

Hofmechaniker W. J. Hauck in Wien hatte gleichfalls Chromsäure-Batterien ausgestellt, welche nach Angabe des Verfassers ausgeführt waren. Ein kleiner Kasten enthielt vier Chromsäure-Elemente, deren Elektroden am Deckel befestigt waren, während die Gläser durch Oeffnen der hinabzuschlagenden Wand (also durch Oeffnen des Kastens) gehoben wurden, was den Vortheil bietet, dass ein Blick genügt, um zu beobachten, ob die Säure noch in gutem Stande ist und die Zinke gut amalgamirt sind; während der Arzt in einer Hand das galvanokaustische Besteck hält, wird der Kasten geöffnet, bis der Platindraht in die erforderliche Gluth geräth, was einem zu tiefen Einsenken und dem Abschmelzen des Platindrahtes bei frischer Säure vorbeugt. Da wohl nicht leicht angenommen werden kann, dass Jemand einen Kasten vom Platze tragen werde, dessen Wand

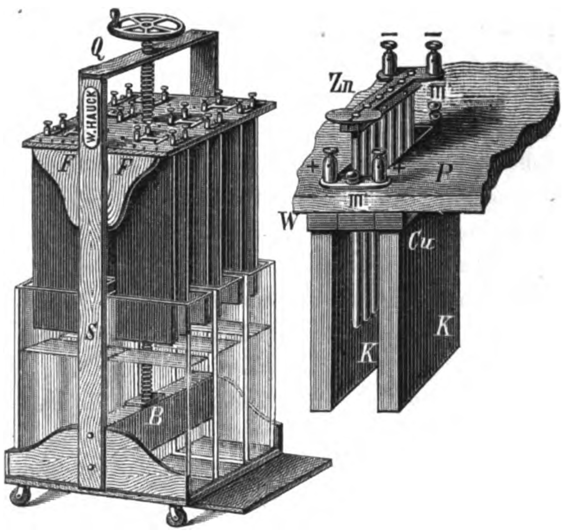


Fig. 105.

herabgeschlagen ist, so wird durch diese Einrichtung gleichzeitig vorgebeugt, dass nach vollzogener Operation die Elektroden, länger als nöthig, in die Säure tauchen.

Aus der schon früher erwähnten Ursache soll auf diese Batterie nicht weiter eingegangen, dagegen die 6elementige Tauchbatterie des Verfassers (Fig. 105) etwas näher beschrieben werden.

Sechs grosse Gläser stehen zu je dreien in einem mit Fächern versehenen Bodenbrette, von welchen zwei oben durch einen Querbalken verbundene Säulen *S* ausgehen. Das Metalllager *B* im Bodenbrett, eine Büchse in dem Querbalken *Q* dienen einer schnellsteigenden Eisenschraube zur Lagerung und Führung, welche Schraube bestimmt ist, mit Hilfe eines Kurbelrades ein viereckiges Brett zu heben, in dessen Mitte die Schraubenmutter befestigt ist. An dem Brette, welches seitliche Führungen *F* besitzt, sind die Kohlenelektroden, wie folgt angeschraubt.

Die beiden Kohlen, welche in Ո-förmigen Kupferhülsen *Cu* eingelöthet sind, werden durch zwei Winkelstücke *W* verbunden, deren jedes einen Stiften trägt. Diese sind mit einem Schraubengewinde versehen und gehen durch das Brett *P*, an welchem sie mittelst knopfförmiger Schraubenmuttern *mm* festgehalten werden, deren einer ein längliches Plättchen mit zwei Klemmen + + zur Unterlage dient.

Die Haupteigenthümlichkeit dieser Batterie ist die Gestaltung der positiven Elektrode, welche aus sechs einzelnen Zinkdrahtstäben besteht, die von einer gemeinsamen Messingklemme gehalten werden. Diese zweitheilige Klemme hat links und rechts seitliche Lappen, die auf dem Brette aufruhen und dadurch die Zinkstäbe vor der Berührung mit der Kohle schützen.

Der Lösungselektrode wurde aus mehreren Gründen diese Form gegeben, von welchen wir nur einige anführen wollen. Fast alle Chrombatterien leiden an dem Uebelstande, dass die Stromstärke rasch abnimmt, weil sich die Flüssigkeit in der Nähe der Elektroden zu langsam erneuert. Die Ursache dessen ist, dass die Flächenanziehung einer rascheren Bewegung hindernd in den Weg tritt. Es wird der Strom aber auch deshalb sehr ungleichförmig, weil die zwischen den Elektroden liegende Schichte, wegen ihrer gleichen Dicke auf einen Schlag erschöpft wird; hier kann dies nicht eintreten, da gerade in Folge verschiedener Erschöpfung der Flüssigkeit, welche sich zwischen Zink und Kohle befindet, eine verschiedenartige Zusammensetzung und damit eine Bewegung eintritt. Die Zahl und Stärke der Zinkstäbe ist so gewählt, dass die Summe der Oberflächen einer Zinkplatte entsprechen würde, die um $^1/_3$ kleiner als die der Kohle ist.

Auch die Raschheit der Abnützung wird durch die Benützung von Draht vermindert, da dieser ein festeres Gefüge hat und sich besser amalgamirt.

Das Amalgamiren wird sehr leicht dadurch vollzogen, dass ein Cylindergefäss mit Quecksilber, das mit Chlorwasserstoffsäure bedeckt ist, auf den Draht aufgeschoben wird. Wer einige Zeit mit Chromsäurebatterien gearbeitet hat, wird gefunden haben, dass sich die verschiedenen Theile der Platten verschieden schnell abnützen; die Stäbe gestatten leicht eine theilweise Erneuerung der Elektrode, oder eine derartige Auswechslung, dass mehr abgenützte Stäbe an die Stelle jener gesetzt werden, die weniger angegriffen sind.

Dank den gegebenen Anordnungen, ist diese Chromsäure-Tauchbatterie nicht blos eine sparsame Batterie geworden, sondern auch eine solche, die ohne Anwendung von porösen Zellen einige Zeit hindurch kräftigen Strom liefert, ohne dass, wie sonst, die so störenden Schwankungen eintreten. Angestellte Versuche haben ergeben, dass Platten von 25 *cm* Länge und 10 *cm* Breite in einem Abstande von 3 *cm* von einander unter Anwendung von 6 Stäben von 1 *cm* Dicke in einer Mischung von: 1000 Gew. Th. Wasser, 250 Gew. Th. engl. Schwefelsäure und 120 Gew. Th. Kaliumbichromat einen Strom von 50 Ampères liefern, der bei einem äusseren Widerstande von nur 0·05 Ohms nach und nach auf 12 Ampères herabsinkt. Selbst diese Abnahme kann vermindert werden, wenn die Elektroden durch Drehen an dem Rade ein wenig auf und ab bewegt werden.

Die Batterie ist im Stande ohne Nachhilfe, das heisst ohne Bewegen der Elektroden, andauernd einen gleichförmigen Strom von 3 Ampères zu liefern, also Glühlichtlampen zu speisen.

Zum Schlusse soll noch bemerkt werden, dass der Verfasser der Ueberzeugung ist, dass ein Anlöthen von Kupferhülsen an den sorgfältig hergestellten galvanoplastischen Kupferüberzug dem Befestigen von schmalen Klemmen vorzuziehen ist, da diese, wenn nicht einem unnützen Widerstand Vorschub geleistet werden soll, erfordern, dass man sie nach jedesmaligem Gebrauche abnimmt und sorgfältig reinigt.

Es ist selbstverständlich, dass durch Uebergiessen und Eintauchen in Paraffin der Säure der Weg durch die Poren zur Ableitungsstelle versperrt werden muss. Die Gasentwicklung reisst jedoch immer soviel Schwefelsäure und Salzlösung mit sich fort und zu den Klemmen hinauf, dass die schmale Berührungsstelle bald oxydirt ist, ja bei fortgesetztem Gebrauche sich eine derartige Kruste bildet, welche selbst das Zerlegen schwierig macht. Dadurch wird man des Vorzuges dieser Verbindungsart (wozu wir auch das Anschrauben mit Muttern, welche blos gegen die Kohle pressen, zählen) verlustig, der in der Möglichkeit bestehen soll, die Berührungsstellen leicht reinigen zu können. Um die Klemme und die Verbindungsdrähte vor diesem Uebelstande zu schützen, empfiehlt es sich, die Elektroden an der Unterseite des Brettes zu befestigen; es gereicht dies auch Demjenigen, der mit der Säule arbeitet, zum Vortheile, weil er vor dem oft sehr heftigen Säuredampf geschützt ist, abgesehen davon, dass auch die Flüssigkeit dadurch einen Schutz vor Staub geniesst.

Einer vortheilhaften Einrichtung soll zum Schlusse noch gedacht werden, welche darin besteht, dass die unteren Enden der Stäbe in ein längliches Näpfchen tauchen, das Quecksilber enthält; dadurch entfällt das wiederholte Amalgamiren und wird der Stab gleichförmiger abgenützt, weil er am unteren Ende, das der stärksten Abnützung ausgesetzt ist, am besten amalgamirt bleibt.

Zur Verbindung der Elemente unter einander besitzt jede Elektrode zwei Klemmen, wodurch es leicht möglich ist, die Schaltungen hinter oder neben einander auszuführen, oder Elemente, wie auch Elementgruppen, einzeln zu benützen, der Batterie also gleichzeitig mehrere Ströme zu entnehmen.

Anschliessend an die Chromsäure-Batterie mit einer Flüssigkeit, wollen wir die von Oberst Kostersitz und Dr. Wächter ersonnene Batterie erwähnen, welche ein Glühlämpchen zu speisen bestimmt ist. Dieser Apparat, ausgestellt vom k. k. Reichskriegsministerium durch das k. k. technische und administrative Militär-Comité in Wien, ist dazu bestimmt, nach erfolgter Sprengung die mit unathembarer Luft erfüllten Minengänge zu beleuchten, um etwa verunglückten Arbeitern schleunigst Hilfe bringen zu können.

Seine Einrichtung ist die folgende: Die Kasten, welche je nach der gewünschten Brenndauer verschieden gross sind, enthalten 3—12 Elemente, welche aus Zink- und Kohlen-Elektroden bestehen, von denen die letzteren in eine Flüssigkeit tauchen, die zusammengesetzt ist aus: 18 Th. Wasser, 4 Th. Schwefelsäure, 3 Th. Kaliumbichromat, während die ersteren von verdünnter Schwefelsäure umgeben sind. Die kleineren, aus nur 3 Elementen bestehenden Batterien sind in einem, mit Handhabe versehenen Kästchen eingeschlossen, an dessen Aussenseite die Glühlichtlampe sammt Reflector angebracht ist, so dass die ganze Batterie sammt Lampe wie eine Laterne in die Minengänge hineingetragen werden kann. Die grösseren

Batterien sind jedoch nicht in dieser Handlaternenform eingerichtet, sondern haben die Bestimmung an dem Eingange des Minenganges aufgestellt zu werden, während nur die Glühlichtlampe von dem Mineure mitgetragen wird. Die Zuleitungsdrähte von der Batterie zu der Glühlichtlampe befinden sich in dem Schlauche des Athmungsapparates, mit dem der Mineur ausgerüstet ist.

Versuche, welche der Verfasser mit derlei Elementen gemacht hatte, zeigten, dass nur dann, wenn der Flüssigkeitsvorrath gross und die negativen Elektroden von Retortenkohlenkörnern umgeben waren, ein Strom erhalten werden kann, der einigermassen den Anforderungen auf Gleichförmigkeit entspricht. Vielleicht trägt die unvermeidliche Erschütterung, der die Batterie während des Tragens ausgesetzt ist, dazu bei, der allzu raschen Schwächung einen Damm zu setzen. Da die Batterie ohnehin eine verschlossene ist, würde sich vielleicht empfehlen, der Flüssigkeit Salpetersäure beizufügen.

Die Kaliumbichromatlösung mit Salpetersäure und Schwefelsäure gemischt in Anwendung zu bringen, ist zwar schon wiederholt versucht worden. So schlug Worleé (Polyt. Notizblatt Nr. 57, 1872) vor, 3 Raumtheile Salpetersäure mit 1 Raumtheil Schwefelsäure zu mischen und auf einen mit Wasser angerührten Brei von Kaliumbichromat zu giessen. Worleé ging hauptsächlich von dem Bestreben aus, die Nitryldämpfe zu beseitigen, welche reine Salpetersäure ausstösst, was auch auf diesem Wege gelingt, ohne dass die elektromotorische Kraft nennenswerthe Einbusse erleidet, die Stromstärke jedoch sinkt, weil der Widerstand des Elementes ein grösserer wird (145 : 100); ein weiterer Nachtheil, welcher hervorgerufen wird, ist die Bildung des Chromalauns, dessen Krystalle sich in den Poren der Thonzellen ansetzen und selbe zersprengen. Durch Hinweglassung der Schwefelsäure wird diesem Umstande wohl begegnet, da dann nur die Bildung des salpetersauren Chromoxydkaliums erfolgt, eines Stoffes, der nicht krystallisirt.

Böttger, der diesen Vorschlag (Polyt. Notizblatt Nr. 1, S. 7, 1872) gemacht hat, schreibt vor, das gepulverte Kaliumbichromat in concentrirte Schwefelsäure einzutragen; nach Ruhmkorff genügt es, die Salpetersäure blos über das Bichromat laufen zu lassen. Der Verfasser selbst hat mit der von Worleé angegebenen Mischung ziemlich befriedigende Ergebnisse auch bei Anwendung von Gusseisenelektroden erhalten.

Schliesslich möchte noch der ebenfalls recht zufriedenstellenden Ergebnisse Erwähnung geschehen, welche ich mit nachfolgender Flüssigkeit erhielt, deren Zusammensetzung der bekannte Physiker P. Egger mir mitzutheilen die Güte hatte. 50 *g* Kaliumbichromat werden mit 200 cm^3 Schwefelsäure verrührt und dem Brei langsam 200 cm^3 Wasser zugesetzt. Nach dem Erkalten erfolgt erst der Zusatz von 100 cm^3 Salpetersäure. Eingehenderes hat der genannte Physiker im Jahrgange 1883 des Centralblattes für Elektrotechnik veröffentlicht.

In diese Klasse der Elemente muss wohl auch noch das Gipselement gezählt werden, das ein sogenanntes „Trockenes Element“ ist und von Josef Jirasko in Wien ausgestellt wurde. Die Elektroden, aus Zink und Kohle bestehend, die einander möglichst genähert und nur durch eine Korkzwischenlage auseinander gehalten sind, werden mit einem Brei von Gips, Salmiak, Kochsalz und Kaliumbichromat umgeben; dieser erhärtet, bleibt aber ziemlich lange feucht.

Ist das Element dennoch ausgetrocknet, so genügt es, die Masse mit verdünnter Schwefelsäure anzufeuchten. Wenn wir uns nicht täuschen, so dürfte der Process in diesem Elemente etwa der sein, dass sich der Gips und das Kaliumbichromat wechselseitig zersetzen, so dass Calciumchromat, das unlöslich ist, und Kaliumsulfat entsteht. Falls auch unzersetztes Bichromat übrig bleibt, dürfte dieses vor dem Schwefelsäurezusatz kaum eine nennenswerthe Rolle spielen. Die Abnützung der Zinke soll, wie der Erfinder sagt, eine sehr geringe sein; was wir fürchten ist, dass sie auch bei Nichtgebrauch angegriffen werden; es ist ja Jedermann bekannt, dass Zink von Gips sowohl, als auch von Kochsalz und Salmiak sehr rasch zerfressen wird; nicht minder fürchten wir, dass sich die Elektroden mit schlecht leitenden Zersetzungsproducten belegen. Der Erfinder will die Elemente für Läutewerke und Inductionsapparate benützen; er rühmt ihnen ausser Constanz auch eine lange Dauer nach — etwas, was sich freilich nach der Benützung richtet. Die Elemente besitzen eine Höhe von 10 und 14 *cm* und kosten 1 fl. 50 kr.

Hier wäre einzuschalten „die Batterie ohne Säure", wie sie ihr Aussteller Dr. Isidor Wilheim in Wien nannte, wahrscheinlich deshalb, um sie den Aerzten annehmbarer erscheinen zu lassen; uns dünkt, dass übermangansaures Kalium, der Stoff, welcher verwendet wird, nicht gar so unschuldig ist. Die Verpflichtung, über diese Säule für medicinische Zwecke, zu berichten, kommt dem Verfasser nicht zu, weshalb er sich darauf beschränken will, zu bemerken, dass ohne Säurezusatz die Säule nicht constant sein dürfte, da Kossen selbst bei Säurezusatz keine befriedigenden Ergebnisse erhielt. Beetz, der schon 1847 Versuche anstellte, wandte Kaliumamalgam an und erzielte dadurch eine sehr kräftige Säule. (Die galv. Elemente von Volta bis heute, S. 218.)

Bei jener Verwendung, für welche diese Säule bestimmt ist, nämlich den Strom durch den menschlichen Körper zu führen, um in demselben an bestimmten Stellen elektrolytische Zersetzungen hervorzubringen, werden geringe Elektricitätsmengen und nur grosse Spannung verlangt, was dem Erfinder sehr zu statten kommt, denn unter diesen Umständen dürfte die Depolarisation leidlich befriedigend vor sich gehen.

Neuere Formen des Daniell-Elementes waren in der Ausstellung wenig vertreten, trotzdem in der letzteren Zeit gerade auf diesem Gebiete von Reynier und andern Physikern die grössten Anstrengungen gemacht wurden, selbes zu Beleuchtungszwecken zu verwenden.

In kleinen Kästchen führte Dr. Johann Puluj in Wien die für Minenbeleuchtung zusammengestellte tragbare Säule vor, deren Zinkelektrode in ein wasserdichtes Gewebe eingehüllt ist. Während Reynier durch Zusatz verschiedener Salze den inneren Widerstand zu verringern sucht, begnügt sich Puluj mit einem Schwefelsäurezusatz, was den Vortheil bietet, dass die Salzwucherungen geringer sind.

August Prinz und Wilhelm Wenzel in Wien, welche Batterien für Zimmerbeleuchtung, ersterer in Lampenform, ausstellten, dürften ebenfalls Daniell'sche Elemente benützt haben. Die Lampen des erstgenannten Herrn konnte der Verfasser nur einmal auf einige Minuten in Thätigkeit sehen, nach welcher wohl über die Stromerzeugung des Herrn Prinz auf „chemischen Wege" (als ob diese etwas Neues wäre!) kein günstiges Urtheil zu fällen ist.

Erwähnung und unsere Aufmerksamkeit verdient die Trogbatterie von William Thomson in London (Fig. 106), welche zwar nicht neu ist, aber in Oesterreich noch nicht oft in Thätigkeit gewesen sein dürfte. Sie besteht aus Holztassen *P*, die mit Blei ausgeschlagen sind, das am Boden mit Kupferblech bedeckt ist. Diese Tassen dienen zugleich als Gefässe und als negative Elektroden. Die positiven, aus Zink gegossenen, *z*, haben eine rostförmige Gestalt und ruhen auf vier Porzellanklötzchen *c*, welche in den vier Ecken angebracht sind. Als poröse Zelle dient ein Pergamentpapierblatt, das einfach um den Rost herumgeschlagen wird; hiebei ist darauf zu achten, dass die vier säulenartig nach aufwärts verlängerten Ecken frei bleiben, weil auf selbe der nächste Trog gestellt wird. Auf diese einfache und sichere Art ist die Verbindung mit der nächsten negativen Elektrode hergestellt, denn die von deren inneren Belegung in geeigneter Weise ausgehenden Streifen führen zu den Berührungsstellen. Bei der Aufstellung ist darauf zu achten, dass die Wannen möglichst wagrecht stehen. Die Kupfersulfatkrystalle werden auf dem Boden ausgebreitet, der Rost nebst Zelle aufgesetzt und eine Zinksulfatlösung von 1·10 Dichte eingegossen. Ueber die Bedienung der Säule wäre noch Einiges zu sagen; wir müssen aber wegen Raummangels uns

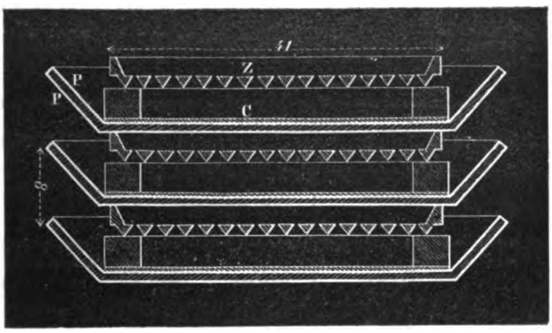


Fig. 106.

mit dem Hinweise auf des Verfassers Specialwerk über galvanische Batterien begnügen (S. 206). — In der Ausstellung diente die Säule zur Bedienung des Syphon Recorders.

Von Kupfersulfat-Elementen für Telegraphen waren eine grössere Zahl ausgestellt. Von den genügend bekannten Siemens-Halske-Elementen, dem Meidinger- und Callaud-Elemente wollen wir absehen, und nur jene Formen besprechen, die ganz besondere Vortheile bieten sollen.

Einander sehr ähnlich sind die Elemente, welche die Buschtiehrader und die Prag-Duxer Eisenbahn ausgestellt haben, indem sie sich fast nur in der Gestalt der positiven Elektrode unterscheiden. Ersteres, das unter dem Namen Kohlfürst-Element (Fig. 107) bekannt ist, wollen wir nach einer kleinen Anweisung beschreiben, welche schon bei der Pariser Elektricitäts-Ausstellung zur Vertheilung gelangte. Das gekröpfte Glas *A* dieses Elementes verschliesst ein gusseiserner Deckel *D*, welcher nach unten den auf einem Messingstift *c* eingeschraubten kegelförmigen Zinkblock *Z*, nach oben die angegossene Klemmschraube *x* trägt. Als zweiter Pol dient ein S-förmig gebogenes Bleiblech, das auf dem Boden des

Standglases ruht und von dem ein mit Guttapercha isolirter Draht *f* nach aufwärts führt. Der Raum bis zur Einkröpfung *b b* wird mit Kupfervitriol-Krystallen gefüllt, und auf *b b* liegt eine unglasirte Thonplatte *t*. Die Füllflüssigkeit (eine gewöhnliche Lösung von Zinkvitriol oder Magnesiumsulfat [Bittersalz]), wird durch die sonst mit einem Pfropf verschlossene Trichteröffnung *L* eingegossen, sobald das Element fertig und an seinen Bestimmungsort gebracht ist. Um das Auswittern der Salze zu verhindern, bestreicht man den Rand des Standglases vor der Aufsetzung des Deckels *D* mit einer dickflüssigen Gummilösung. Die einmalige Füllung reicht in Linien mit stärkster Inanspruchnahme auf 6—8 Monate, in Linien mit schwacher Inanspruchnahme 10—14 Monate. Die elektromotorische Kraft des Elementes ist = 11·35 Jacobi, der Widerstand 5·0 Lieues, die Constanz eine ausserordentliche. Die Handhabung und Pflege dieser Batterien ist äusserst einfach und wird anstandslos vom Eisenbahn-Personale der Station besorgt. Dieses Element wird für alle elektrischen Signal- und Telegraphen-Einrichtungen der k. k. ausschl. privil. Buschtiehrader Eisenbahn benützt.

Früher standen bei der Buschtiehrader Eisenbahn offene Meidinger'sche und Krüger'sche Elemente in Verwendung; der ökonomische Vortheil der beschriebenen neuen Form von Kohlfürst, welche seit 1873 eineingeführt wurde, erhellt aus nachstehendem Auszuge aus den statistischen Berichten der General-Direction.

	In Thätigkeit standen		Die Kosten der Batterien betrugen					
	Elemente	Elektro-magnete	in Summa		per Elektro-magnet		per galvan. Element	
			fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
1873	2604	744	6702	88	9	00·9	2	57·4
1874	2582	1114	7246	95	6	56	2	80·6
1875	2556	1135	6754	61	5	95	2	60·4
1876	2723	1237	6288	46	5	08	2	30·9
1877	2871	1249	3957	36	3	17	1	37·8
1878	2726	1235	2892	—	2	34	1	06·0
1879	2630	1168	2382	65	2	00·4	—	99·5
1880	2637	1165	2164	42	1	85·7	—	85·0

Die galvanischen Batterien der k. k. priv. Prag-Duxer Eisenbahn unterscheiden sich von den eben beschriebenen, wie schon erwähnt, hauptsächlich durch Form und Befestigung der Zinkelektrode. Es wurde bei Zusammenstellung des Elementes nach Angabe der Bahnverwaltung hauptsächlich auf die möglichst einfache Handhabung und Pflege desselben Rücksicht genommen, da erfahrungsgemäss das untergeordnete Bahnpersonale die in Verwendung stehenden Batterien in den meisten Fällen deshalb nicht vollständig verlässlich bedient, weil die Elemente in ihrer Zusammenstellung zu complicirt sind.

Dieses modificirte Element (Fig. 108) besteht aus einem gekröpften Glase *O*, welches unterhalb der Einkröpfung mit einer fussartigen Erweiterung *U* versehen

ist. Den Verschluss bildet ein gusseiserner, am Rande etwas halbkreisförmig ausgeschnittener Deckel *D*, welcher in der Mitte eine viereckige Oeffnung zum Durchstecken des Zinkpoles *K* besitzt; derselbe wird von unten eingeführt und sodann um 90° verdreht; zwei flügelartige Verbreitungen verhindern das Durchfallen, ein eigener ringförmiger Anguss das seitliche Verschieben des Poles. Der Raum *U* bis zur Einkröpfung wird mit Kupfervitriol-Krystallen gefüllt, worauf eine unglasirte, mehrfach durchlöcherte Thonplatte *T* zu liegen kommt. Als zweiter Pol dient ein mit Guttapercha isolirter Kupferdraht *A*, dessen blankes Ende spiralförmig gewunden ist. Derselbe kommt unmittelbar unter die erwähnte Thonplatte auf den Kupfervitriol zu liegen, und senkt sich in dem Maasse zu Boden, als der Vitriol aufgelöst wird, wodurch mit Rücksicht auf die zunehmende Sättigung der Zinklösung ein gleichmässiger Widerstand im Elemente erzielt wird. Zur Füllung wird Zinkvitriollösung oder Magnesiumsulfat (Bittersalz) verwendet, welches bis zum oberen Rande des Zinkpoles reichen soll. Diese Höhe muss anlässlich

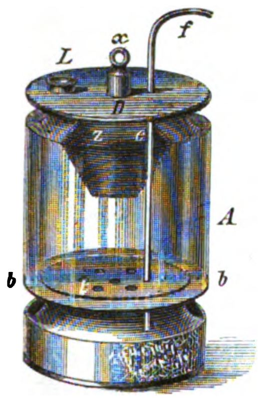


Fig. 107.

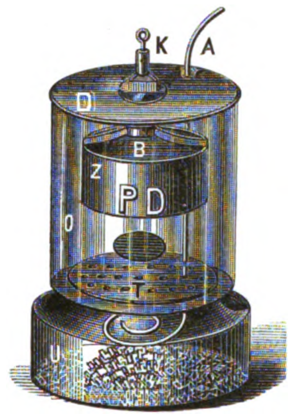


Fig. 108.

der Verdunstung durch Nachgiessen von reinem Wasser erhalten werden. Die Füllung des Elementes mit der Flüssigkeit hat erst nach Aufstellung desselben auf den Ort seiner Bestimmung zu erfolgen.

Die Vortheile, welche dieses Element bieten soll, sind folgende:

1. Der Zinkpol besteht aus einem Gussstücke *Z*, an welches sich der Poldraht des nächsten Elementes direct anschliesst, so dass durch diesen Umstand der Stromlauf viel besser gefördert wird, als wenn der Zinkpol mit dem nächsten Poldrahte durch Klemmen oder durch anderweitige Zwischentheile indirect verbunden wäre. Zur Vermeidung einer möglichen Verzehrung des obigen Verbindungstheiles *B* wird dieser mit Collaudlack bestrichen.

2. Gegen die unabwendbare Verdunstung schützt der Deckel hinreichend und erscheint deswegen jede künstliche Verstöpslung, die ohnedem vom besorgenden Personale sehr wenig beachtet wird, gänzlich unnöthig.

3. Der cylindrischen Form des Zinkpoles entspricht ein gleichmässiger, nur am Umfange desselben stattfindender chemischer Process, wodurch eine gleichmässige Wirkung des Elementes erzielt wird.

4. Die Functionsdauer beläuft sich bei Einschaltung in Linien mit starker Correspondenz auf 8 bis 10 Monate, während sie auf Linien mit geringer Inanspruchnahme auf 12 bis 14 Monate ausgedehnt wird. Der Widerstand beträgt 9—10 Siemens-Einheiten.

Was die Stromstärke anbelangt, ist selbe grösser und andauernder, als die eines Ballon-Elementes und zwar im Verhältnisse von 3 : 4.

Der Anschaffungspreis stellt sich per Element auf 1 fl. 40 kr.

Eine nur administrative Bedeutung hat die auf der vorderen Seite des Standglases befindliche mattgeschliffene Stelle, die zur Vormerkung des Datums bei vorgenommener Auswechslung der Elemente dient, womit eine leichtere Uebersicht in der Benutzungsdauer erlangt wird. Die Handhabung und Pflege dieser Art Batterien ist äusserst einfach und wird vom zugetheilten Eisenbahn-Personale anstandlos besorgt.

Von der principiellen Anordnung einzelner Bestandtheile konnte natürlich nicht viel abgewichen werden, indem man hauptsächlich die Einfachheit der Zusammenstellung verfolgt hat, welche sich nach den vorliegenden Erfahrungen im executiven Dienste bewährte.

Der Verfasser, welcher sich sonst in voller Uebereinstimmung mit dem oben über die Vortheile des Elementes Gesagten befindet, möchte nur seine Zweifel bezüglich der Stromstärke aussprechen, da nach den Angaben über den inneren Widerstand (9—10 Siemens-Einheiten) das Element genau dieselbe Stromstärke, wie ein Meidinger-Element haben muss, weil auch dessen innerer Widerstand gegen 9 Ohms beträgt, 1 Ohm aber = 1·05 SE ist, und die elektromotorische Kraft doch kaum verschieden sein kann.

Die königl. italienische Telegraphen-Verwaltung hatte verschiedene Formen von Elementen zur Ausstellung gebracht, unter anderen ein Meidinger- oder Callaud-Element, d. h. eine Vereinigung beider, dessen Glas nahe dem Boden bis auf etwa 5 *cm* eingeschnürt war, was den innern Widerstand sehr erhöhen dürfte. Der Obertheil des etwa 12 *cm* weiten Cylinder-Glases hatte eine Höhe von 15 *cm* und ward innen mit Glasnasen versehen, auf denen der etwa 6 *cm* hohe Zinkring ruhte. Die Höhe des engen Theiles betrug gegen 3 *cm* und der Fuss, welcher das Kupfersulfat aufnimmt, hatte eine Höhe von 3 *cm*.

Ein anderes Element nach Cardarelli zeichnet sich dadurch aus, dass die kegelförmige Kupferelektrode oberhalb befestigt war, während die Zinkblechspirale am Boden ruhte. Das Element wird mit Zinksulfatlösung von 35° B. beschickt und die Kupfersulfatlösung oben aufgeschichtet, da sie bei diesem Sättigungsgrade des Zinksulfats leichter ist. Welche bedeutende Vortheile mit dieser Anordnung verbunden sein sollen, erkennt der Verfasser nicht klar, sicher aber ist, dass die gesättigte Zinksulfatlösung schlechter leitet.

Auch bei diesem Elemente wird dafür gesorgt, dass die Kupferelektrode immer von gelöstem Sulfat umgeben ist. Der Kupferkegel *G* wird nämlich, wie Fig. 109 zeigt, von einem Körbchen *K* getragen, welches Kupfersulfat enthält und siebartig durchlöchert ist.

Ueber den Zweck, den diese Form der negativen Elektroden haben soll, haben wir nirgends zuverlässige Angaben gefunden. Vielleicht trifft nachfolgende Betrach-

tung das Richtige. Wäre statt des Trichters nur eine Scheibe vorhanden, so könnte es geschehen, dass nach einiger Zeit dieselbe statt in Kupfersulfat — in Zinksulfatlösung taucht, weil ersteres ganz zersetzt wurde und das Auflösen nicht rasch genug vor sich geht. Die Folge wäre eine bedeutende Stromschwächung durch Polarisation. Ist bei diesem Elemente das Kupfersulfat in der Nähe des unteren Randes zersetzt, so ist solches doch gewiss noch im oberen Theile in Lösung, es tritt dann so lange eine Stromabnahme ein, bis sich Verbrauch und Lösungsgeschwindigkeit des Kupfersulfates das Gleichgewicht halten, was endlich geschieht, weil, je weiter das Zinksulfat hinauf steigt, desto grösser der innere Widerstand, desto kleiner der Verbrauch wird.

Anschliessend soll hier erwähnt werden, dass die königl. italienische Telegraphen-Verwaltung unter dem Namen Girardi-Elemente kleine Ebonittröge, die Quecksilbersulfat-Elemente enthielten, ausstellte, welche in einem tragbaren Kasten auf geeignete Weise eingestellt waren. Als Zelle und Zwischenlage wird in diesem Elemente Segeltuch benützt.

Wir kommen nun zu jener Gattung von Elementen, in welchen das Chlor die Stelle des Sauerstoffes vertritt und wollen vor Allem das Ponci-Element erwähnen, das ebenfalls von der königl. italienischen Telegraphen-Verwaltung ausgestellt war. Die beiden Elektroden bestehen aus Eisen und Kohle, erstere taucht in eine Lösung von Eisenchlorür und letztere ist von Eisenchlorid umgeben; beide Flüssigkeiten sollen 35° B. haben. Die elektromotorische Kraft dieser Elemente beträgt 0·9 Daniell, was sehr wenig ist und um so schwerer in die Wagschale fällt, als der innere Widerstand ein ziemlich bedeutender, auch die Constanz nicht sehr gross ist, und leicht unlösliche Stoffe (Eisenoxyd) abgeschieden werden. Als Vortheile wären zu erwähnen, die Billigkeit der Stoffe — das Chlorid kann leicht durch Uebergiessen von Colcothar mit Salpetersäure hergestellt werden, es wird im Elemente selbst zum Chlorür reducirt.

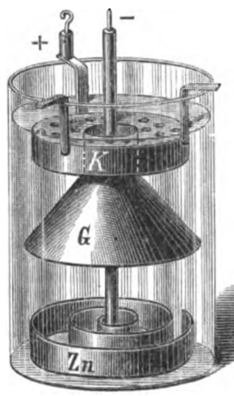


Fig. 109.

A. Schanschdieff in London hatte eine Chlorsilberbatterie ausgestellt, welche dazu bestimmt ist, in einem Lampenfuss verborgen, ein Glühlichtlämpchen von 6—8 Kerzenstärke in Thätigkeit zu setzen. Die 10 Elemente befanden sich in Hartgummizellen und bestanden aus U-förmigen Zinkelektroden, in welche die mit Chlorsilber belegten, in Pergamentpapier gehüllten, Silberelektroden eingeschoben wurden. Herr Schanschdieff bringt statt der Salmiaklösung Natronlauge zur Anwendung, und glaubt, damit jede Gasentwicklung vermieden zu haben.

Dank der Gefälligkeit des genannten Herrn Ausstellers war der Verfasser in der Lage, eingehende Versuche mit dieser Säule zu machen, deren Wirksamkeit wohl in Erstaunen versetzt; leider macht dieses bald einer Enttäuschung Platz, denn einmal gefüllt, muss sie ausgebraucht werden, da sich sonst die Stoffe, vor Allem das Chlorsilber, nach einigen Tagen so zersetzen, dass die Säule ganz

unbrauchbar wird, und die Spannung, die zu Beginne 1·5 Volts per Element beträgt, auf 0·8 Volts herabsinkt.

Wohl wenige Auserwählte werden sich auch dieser elektrischen Tischlampe bedienen können, denn eine Füllung auf 20 Stunden kommt auf etwa 10 fl. ö. W. zu stehen, und ist mit sehr zeitraubender Arbeit verbunden, ganz abgesehen von dem ziemlich hohen Anschaffungspreise der Elemente. Freilich kann aus dem reducirten Silber wieder Chlorsilber erzeugt werden; aber das ist nicht Jedermanns Sache.

II. Accumulatoren.

Seit einer Reihe von Jahren begegnen wir schon auf allen Ausstellungen einer kleinen Sammlung von Apparaten, deren Hauptbestandtheile immer cylindrische Gläser bilden, welche verdünnte Schwefelsäure und zwei spiralförmig gewundene Bleiplatten enthalten; wir meinen die Sammlung des Herrn Gaston Planté, der uns in derselben die Stammeltern unseres heutigen Accumulators vorführt.

Zu Beginne unseres Jahrhunderts hat sich zwar schon ein deutscher Physiker Ritter und der Franzose Gautherot mit einer Zusammenstellung beschäftigt, die eigentlich ein Accumalator war; 1854 hat Sinstedten Bleiplatten zur Herstellung von secundären Elementen benützt, die sogar ihren Strom von einer magnetelektrischen Maschine erhielten, aber erst 1859 nahm sich Gaston Planté dieses Gegenstandes in so reger Weise an, dass Dank seiner unermüdlichen Ausdauer thatsächlich aus den zwei Bleiplatten ein Apparat entstand, der leistungsfähig genannt werden konnte.

Abermals vergieng eine Reihe von Jahren, ohne dass ein neuer Anstoss gegeben worden wäre. Das Verdienst, den Stein neuerdings in's Rollen gebracht zu haben, gebührt Camillo Faure. Durch seine Arbeiten veranlasst, wendete sich abermals die allgemeine Aufmerksamkeit diesem Gegenstande zu, und es konnte so aus den aufgespeicherten Erfahrungen und den Fortschritten der Elektrotechnik ein neues, freudig aufgenommenes Hülfsmittel, eine Art Magazin zur Aufspeicherung der Elektricität, erstehen.

Doch genug der geschichtlichen Rückerinnerung, die uns nicht den bescheidenen Raum rauben soll, den wir besser zu verwenden glauben, wenn wir etwas über die chemischen Vorgänge im Planté- und Faure-Elemente sagen, damit es dem geschätzten Leser möglich werde, sich über die Zweckmässigkeit der verschiedenen Verbesserungen, welche das secundäre Element bis heute erfahren hat, selbst ein Urtheil zu bilden. Wir sprechen von chemischen Vorgängen, weil wir vor Allem darauf aufmerksam machen möchten, dass im Accumulator nicht etwa wie in der Leydenerflasche, Elektricität aufgespeichert wird, sondern blos chemische Energie, die sich bei ihrer Auslösung in Elektricität verwandelt. Den Gegenstand kurz abzuthun, wollen wir sagen: das Secundär-Element unterscheidet sich von einem Element gewöhnlicher Art nur dadurch, dass sowohl die Stoffe, welche die Wasser-

stoffabscheidung vernichten, als auch die Lösungselektrode durch den Strom, der die Accumulatoren ladet, immer neu erzeugt wird.

Die Vorgänge, welche dabei stattfinden, klar zu legen, soll unsere nächste Aufgabe sein.

Senken wir 2 blanke Bleiplatten in verdünnte Schwefelsäure ein und leiten den Strom von 2 Bunsen-, oder 3 Daniell-Elementen durch die Flüssigkeit, so werden wir beobachten, dass nach kurzer Zeit eine heftige Gasentwicklung stattfindet. Schalten wir in diesem Augenblicke die Batterie aus und verbinden unsere Platten mit einem Galvanometer, so erhalten wir einen Nadelausschlag, der sehr rasch kleiner und kleiner, endlich Null wird: das secundäre Element ist, wie man sagt, entladen.

Wiederholen wir die Stromeinleitung und Entladung öfters, so bemerken wir, dass die Gasentwicklung später eintritt, die Entladung auch längere Zeit hindurch währt. . . Nehmen wir nun die nichtentladenen Platten aus der Flüssigkeit heraus, so finden wir, dass jene, welche mit dem positiven Pol der Säule verbunden war, mit einem braunen Ueberzug bedeckt ist, während die andere eine reine Metallfläche aufweist. Nehmen wir hingegen die Platten nach einer Entladung heraus, so finden wir beide in einander ähnlichem Zustande.

Der braune Ueberzug nun ist das Bleisuperoxyd, dessen Entstehung wir uns auf zweierlei Weise erklären können, je nachdem wir annehmen, dass zuerst eine Bleisulfatbildung stattfindet oder nicht:

$$Pb_x + 2 H_2 SO_4 + Pb_y = Pb_{(x-1)} + Pb SO_4 + H_2 + Pb_y\,,$$

woraus entsteht:

$$Pb_{(x-1)} + Pb SO_4 + H_2 SO_4 + Pb_y = Pb_{(x-1)} + Pb O_2 + 2 SO_3 + H_2 + Pb_y$$
$$2 SO_3 + 2 H_2 O = 2 H_2 SO_4$$

oder:

$$Pb_x + 2 H_2 SO_4 + Pb_y = Pb_{(x-1)} + Pb O_2 + 2 SO_3 + 2 H_2 + Pb_y$$
$$2 SO_3 + 2 H_2 O = 2 H_2 SO_4.$$

Wir könnten auch annehmen, es finde blos eine Wasserzersetzung statt, und der Sauerstoff oxydire im Entstehungsmomente die Bleiplatte; diese Annahme kann aber deshalb nicht unterstützt werden, weil in reinem Wasser, trotz der Zersetzung desselben, keine Superoxyd- sondern nur eine Oxydhydratschichte gebildet wird.

Man könnte nun glauben, dass zur Bildung des Hyperoxydes dieser eben angegebene Process genüge, und dass wir, wenn nur der Stromdurchgang lange genug währt, im Stande wären, eine nach Belieben dicke Superoxydschichte zu erzeugen. Dies gelingt aber nicht, weil das entstehende Superoxyd, indem es die Platte bedeckt, einer weiteren Oxydation Hindernisse in den Weg legt, gewissermassen einen schützenden Ueberzug bildet. Hier kommt uns ein Umstand zu Hilfe, der sonst gerade nicht willkommen wäre, das ist die Umwandlung des Superoxydes in Bleisulfat. — Lassen wir die Platte einige Zeit in Ruhe stehen, so verliert sich nach und nach die braune Farbe und macht einer lichteren Platz, es bedeckt sich eben das Bleisuperoxyd mit entstandenem Bleisulfat, das aber wieder schützend wirkt, indem es eine weitere Zersetzung hintan hält, so

dass, wie Planté sagt, selbst vier Wochen nach der Erzeugung noch Hyperoxyd vorhanden ist. -- Wird eine derartige Platte dann mit dem negativen Pol (Zink) der Säule verbunden, so wird schwammiges Blei erzeugt, das sich später, wenn wieder die Stromrichtung gewechselt wird, um so leichter in Superoxyd verwandelt, ein Verfahren, welches Planté bei seiner Formirung eingehalten hat, da er die Ruhepausen und das Wechseln der Stromrichtung zu Beginn der Formirung vorschreibt.

Aber nicht blos auf der Platte selbst, auf welcher sich das Superoxyd gebildet hat, findet diese Umwandlung statt, sondern die Wirksamkeit erstreckt sich auch durch die Flüssigkeit hindurch auf die gegenüberliegende:

$$PbO_2 + H_2SO_4 + H_2SO_4 + Pb = PbO + H_2O + H_2SO_4 + PbSO_4.$$

woraus weiters entsteht:

$$PbSO_4 + H_2O + H_2O + PbSO_4.$$

Wir haben bisher über das Laden gesprochen, aber auch die Entladung bietet ihre Eigenthümlichkeiten. Ihre Dauer ist direct proportional der Bleisuperoxydschichtendicke, also gewissermassen auch der Dauer der Ladung und der Grösse der Platten, ferner dem Widerstande proportional, welchen der verbindende Leiter bietet.

Um richtig verstanden zu werden, müssen wir sagen, dass wir hier unter Dauer nicht das Verhältnis der Minuten und Secunden, während welcher die Ladung vor sich geht, zu jenem der Entladung verstehen, sondern meinen, wenn während einer doppelt so langen Zeit Strom eingeleitet wurde und der Accumulator die nöthige Eignung besitzt, unter Einschaltung des gleichen Widerstandes, durch den das erste Mal die Entladung stattfand, jetzt für die doppelte Zeit Strom geliefert werden kann.

Ein Element, dessen Pole durch einen dicken Leiter verbunden sind, entladet sich rasch, während es durch Stunden Strom liefert, wenn der äussere Widerstand ein grösserer ist. — Planté hat in seinem Werke („Recherches sur l'electricité. 1879, S. 66) einen hierauf bezüglichen Vergleich gewählt, welcher sehr treffend ist, weshalb wir ihn im Nachfolgenden anführen wollen:

„Gerade so, wie aus einem weiten Gefässe, welches eine grosse Menge „Flüssigkeit, bei niedrigem Stande derselben, enthält, durch lange Zeit Flüssigkeit „unter fast ganz gleichförmigem Drucke ausströmen wird, wenn die Oeffnung klein „ist, und gerade so, wie der Flüssigkeitsstrahl plötzlich abbricht, wenn die Wasser„oberfläche die Ausflussöffnung erreicht hat, ebenso zeigt ein secundäres Element „von grosser Oberfläche, das durch einen langen, dünnen Draht geschlossen „ist, erst dann eine Abnahme in der Stärke, sei es durch Abnahme in der Glüh„wirkung oder schwächere Ablenkung der Magnetnadel, wenn es völlig aus„gebraucht ist."

Von einer weiteren Eigenthümlichkeit des Planté-Elementes, nämlich einige Zeit nach seiner vollständigen Entladung abermals einen Strom zu geben, hätten wir vielleicht noch zu sprechen; weil derselbe jedoch ohne praktische Bedeutung ist, da man secundäre Elemente nie so weit ausbraucht, so wollen wir nur durch die Andeutung des stattfindenden chemischen Processes die Mög-

lichkeit erklären. — Bei rascher Entladung bildet sich in der obersten Schichte Blei, so dass Blei und Blei sich gegenüberstehen; in der Ruhezeit findet aber eine Umsetzung in Sulfat und Bleisuperoxyd statt, wodurch wieder das Element in Thätigkeit kommt.

$$PbOO + H_2SO_4 + H_2SO_4 + H_2O + Pb = PbSO_4 + H_2O + H_2SO_4 + PbO_2.$$

Ausser den Elementen, welche Planté selbst ausgestellt hatte, die nur zu wissenschaftlichen Zwecken bestimmt sind, war noch der Accumulator von Nicolaus de Kabath in London und die Accumulatoren der International Electric Company ausgestellt. Von diesen waren jene, die sich im Hofe der Restauration Witzmann befanden, einfache Bleiplatten, 25 *cm* lang, 15 *cm* hoch, welche zu 20 Stück in Holztrögen standen; die Isolirung der Platten von einander besorgten Glasstäbe. Diese Accumulatoren waren eigentlich nur als Stromregulatoren und als Sicherheitsvorrichtung für die Glühlichtbeleuchtung, System Lane Fox, in Verwendung.

Es dürfte vielleicht nicht überflüssig sein, einige Worte über die Herstellung der Planté-Elemente zu sagen.

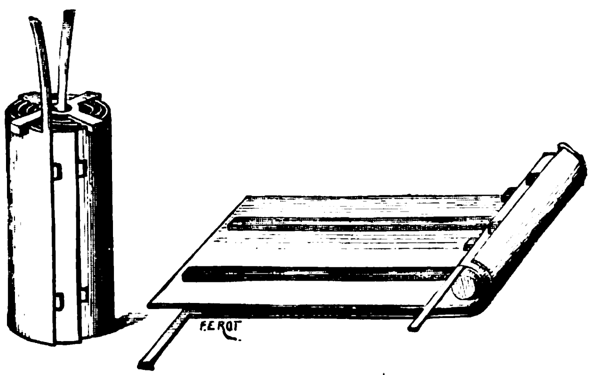


Fig. 110.

Wie Figur 110 zeigt, werden zwei Bleiplatten von 1·5 und 2 *mm* Dicke so aufeinander gelegt, dass die mitausgeschnittenen Ableitungsstreifen rechts und links zu liegen kommen. Die Platten berühren sich jedoch nicht metallisch, sondern sind von einander durch zwei eingelegte Kautschukstreifen getrennt, so dass sich die Platten in einem Abstande von 2—3 *mm* befinden. Auf die oberen Platten werden ebenfalls zwei Kautschukstreifen gelegt, damit, wenn beide Elektroden, wie die Fig. 111 zeigt, eingerollt werden, die untere Platte nicht mit der oberen in Berührung kommt. Zweckmässig ist es, in den Kautschukbändern Einkerbungen anzubringen oder dieselben stückweise einzulegen, damit die Gase entweichen können, weil sonst alle Flüssigkeit nach oben gedrängt wird. Der so entstandene Bleiblechcylinder wird in das mit verdünnter Schwefelsäure gefüllte Gefäss eingesenkt; es ist zweckmässig auf dessen Boden ein Stück Glasrohr zu legen, damit die Spiralwindungen selben nicht überall berühren (Fig. 111). Noch besser ist es, den ganzen Cylinder an den verstärkten Ableitungsstreifen auf-

zuhängen, so dass die Spirale den Boden gar nicht berührt, was deshalb wichtig ist, weil im entgegengesetzten Falle, wenn sich Superoxydtheilchen ablösen oder abgefallenes Bleisulfat den Boden bedeckt, leicht eine metallische Verbindung der zwei entgegengesetzten Elektroden gebildet wird, die den Accumulator unbrauchbar macht.

Planté schon hat von diesem seinem Elemente mannigfachen Gebrauch gemacht; Achard benützte selbe dazu, die elektrische Bremse in Thätigkeit zu versetzen etc. (Die galv. Batterien von W. Ph. Hauck, pag. 254.)

Die Wiener elektrische Ausstellung brachte auch eine besondere Verwendung des Elementes zur Anschauung; es ist das von Planté mit dem Namen Briquet de Saturne belegte elektrische Feuerzeug, das wir in Fig. 112 und 113 vorführen.

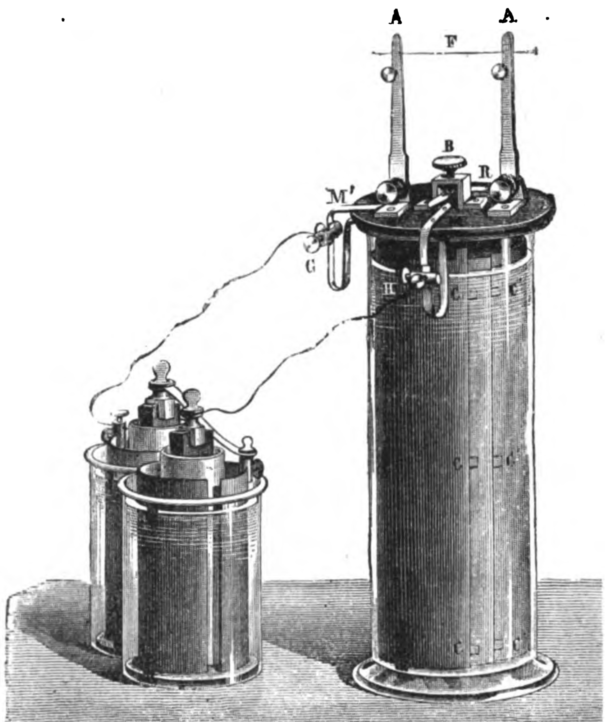


Fig. 111.

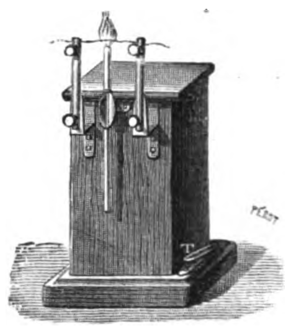


Fig. 112.

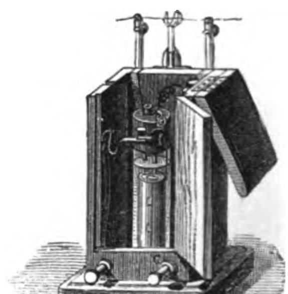


Fig. 113.

Der obere Theil des Kastens, welcher das secundäre Element beherbergt, trägt zwei kleine Klemmen, zwischen denen ein Platindraht ausgespannt ist, der, so oft durch einen Fingerdruck der Contact *T* geschlossen wird, in's Glühen geräth und dabei ein kleines Kerzchen entzündet. Drei Daniell-Elemente genügen zur Ladung eines Planté-Elementes und kann ein dergleichen kleines Element, wenn es gut geladen ist, das Kerzchen 100mal entflammen.

Stärkere Glühwirkungen sowohl, als auch selbst ein kleines Bogenlicht hervorzubringen, ohne dass die Zusammenstellung von mehr als drei Daniell-Elementen

nothwendig ist, hat Planté die in Fig. 114 abgebildete secundäre Batterie mit Umschalter ersonnen. Es würde uns von dem Zwecke dieses Berichtes zu weit abführen, wollten wir die Einrichtung dieses Apparates eingehend beschreiben. Wir beschränken uns daher darauf, anzudeuten, dass die 20 positiven Enden mit den auf der einen Seite des Gestelles sichtbaren Federn verbunden sind, die negativen Enden zu einer anderen Reihe von Federn führen. Wenn nun bei der gezeichneten Stellung des Umschalters die Federn zwei von ineinander isolirte Metallschienen berühren, sind alle Elemente neben einander geschaltet. Bei einer Drehung des Umschalters um 90° verbinden dagegen die in der Figur sichtbaren Stifte das + Ende des einen Element mit dem — Ende des folgenden etc. etc.; alle sind daher hinter einander geschaltet. Man ist somit im Stande, indem man mit 3 Daniell- oder 2 Bunsen-Elementen die 20 neben einander geschalteten Accumulatoren ladet und diese dann durch Drehung des Commutators hinter einander verbindet, die Wirkung von 30 Bunsen-Elementen zu erhalten; in Bezug auf die Dauer dieses Stromes ist freilich das Eingangs Gesagte zu beachten.

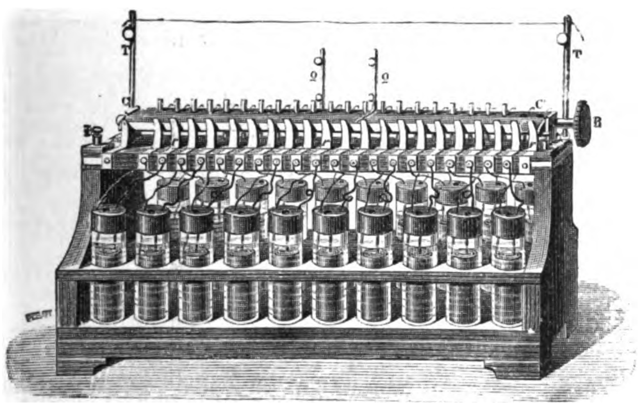


Fig. 114.

Diesen Gegenstand beendend, wollen wir nicht vergessen zu erwähnen, dass Planté schon, was auch in der Ausstellung zu sehen war, ebene Platten in länglichen Trögen anwendete (Planté giebt dies auch in seinem Werke besonders an) und diese Umgestaltung also nicht Faure's Verdienst ist.

Wir benützen die Gelegenheit, noch einige Worte über das Laden der Secundär-Elemente einzuflechten. Welche Stromquellen auch immer angewendet werden, immer muss man im Auge behalten, dass die Spannung des Ladungsstromes grösser sein soll, als die Spannung, welche die Accumulatorensäule nach der Ladung des Stromes liefern kann. Hier ist vollkommen der Vergleich mit dem Communicationsgefässe zutreffend. Denken wir uns, wir hätten ein Reservoir, aus welchem ein Cylinder gespeist und dadurch ein belasteter Stempel gehoben wird, eine Vorrichtung, welche bekanntlich auch den Namen Accumulator trägt. — Liegt der Wasserspiegel im Reservoire zu tief, so wird das Gewicht nicht auf die gewünschte Höhe gehoben; ist das Zuströmungsrohr eng, so geht das Emporheben des Stempels langsam vor sich, und stellen wir uns vor, dass

während des Ladens plötzlich der Wasserspiegel im Reservoir sinkt, so wird aus dem Cylinder die Flüssigkeit in dasselbe zurückströmen.

Dieses Beispiel, auf galvanische Stromquellen angewendet, bestätigt das oben über die Spannung Gesagte und belehrt uns auch dahin, dass dann, wenn die Ladung rasch vor sich gehen soll, der innere Widerstand der Stromquelle klein sein muss.

Wir erkennen aber auch sofort, dass eine Hauptbedingung eine zweckmässige Wahl der Stromquelle auch in Hinsicht auf die Beständigkeit der Spannung sein wird, welche der entwickelte Ladungsstrom besitzt; denn sinkt dieselbe unter ein gewisses Maass, so wird auch ein Zurückströmen der Elektricität, oder besser gesagt, eine Entladung der Accumulatoren stattfinden. nach eben dem Vergleiche, welchen wir oben gewählt haben.

Wenden wir Batterien an, so werden sie constant sein müssen, benützen wir Maschinen, so wird die Umdrehungszahl ihrer Armaturen keiner Reduction unterworfen sein dürfen.

Wäre in dem Verbindungsrohre zwischen Reservoir und Cylinder ein Ventil verhanden gewesen, so würde auch ein Sinken des Wasserspiegels in ersterem ohne Nachtheil geblieben sein. Aehnlich können wir auch bei den Accumulatoren Vorrichtungen anbringen, die sich jedoch in zwei Hauptgruppen scheiden lassen. Bei einer Art dieser Sicherheitsvorrichtungen, welche auf der Anwendung von Elektromagneten beruhen, wird die Leitung zwischen den Accumulatoren und der Stromquelle einfach unterbrochen, bei der zweiten Gattung nur die Anzahl der hinter einander geschalteten Accumulatoren vermindert, was, wie leicht begreiflich, die Spannung des secundären Stromes verringert.

Diese letztere Einrichtung war in der Ausstellung bei dem Friedländer-schen Windmotor zur Ansicht gebracht. Ein Centrifugal-Regulator, den der Windmotor mit in Bewegung setzte, war durch die Zugstange mit einem Zeiger verbunden, welcher an Contactstellen vorbeigeführt wurde, die mit Accumulatoren-serien in Verbindung standen. Je nach der Stellung des Zeigers, die von der Geschwindigkeit des Motors abhängig war, somit auch in Beziehung zur Spannung des gelieferten Stromes stand, wurden in den Schliessungskreis mehr oder weniger Accumulatoren eingeschaltet. Eine ähnliche Einrichtung benützt De Calo bei seinen Beleuchtungs-Einrichtungen für Eisenbahnwagen.

Werden Dynamo-Maschinen zum Laden verwendet, so darf auch ferner nicht ausser Acht gelassen werden, dass der Strom der Accumulatoren dem Ladungsstrome entgegenwirkt und dadurch den Magnetismus der Polschuhe schwächt (je weiter die Ladung fortschreitet, desto leichter läuft deshalb die Maschine); um diesem Uebelstande auszuweichen, der bei verlangsamtem Gange der Maschine sogar eine Umkehr der Polarität herbeiführt, ist es nöthig, besondere Schaltungen anzuwenden.

Das Einfachste in diesem Falle ist, die Accumulatoren und die Magnete in den Nebenschluss zu legen, so dass sich der Strom an der einen Bürste theilt und ein Zweigstrom durch die Accumulatoren, der zweite durch die Magnetschenkel zur zweiten Bürste fliesst. In den Stromkreis des Magnet-

schenkels, bez. dessen Bewindung schaltet man jedoch einen Rheostaten ein, weil sonst der **Anker** kurz geschlossen wäre, sich erhitzen und zu Grunde gehen würde. Aber auch in den Zweig, in welchem die Accumulatoren liegen, soll ein Rheostat eingeschaltet werden, damit die Möglichkeit gegeben ist, die Stromvertheilung zwischen den Accumulatoren und den Elektromagneten zu regeln, wozu übrigens auch das Ein- und Ausschalten von Accumulatoren benützt werden kann.

Das Laden mit magnet-elektrischen Maschinen geht anstandslos vor sich: nur muss der Stromkreis vor dem Abstellen der Maschine unterbrochen werden, damit sich die Accumulatoren nicht durch die Bewindung des Ankers entladen, was leicht auch zur Zerstörung seiner Isolirung führen kann. Steht eine zweite Dynamo-Maschine zu Gebote, so kann selbe benützt werden, die Elektromagnete zu magnetisiren und können dann die Accumulatoren ganz einfach so geladen werden, als ob eine magnet-elektrische Maschine den Strom liefern würde. Bezüglich der Stromstärke hat die Erfahrung gelehrt, dass mittlere Werthe sowohl in Beziehung auf möglichst vollständige Aufspeicherung der Energie, als auch in Hinsicht auf die Haltbarkeit der Elektroden und der Niederschläge, die günstigsten Resultate liefern.

Von Verlusten begleitet ist das Einleiten des Stromes dann, wenn an der negativen Elektrode Gasbläschen aufzusteigen beginnen; es ist dies ein Zeichen, dass, da die ganze zugängliche Bleioberfläche schon in Superoxyd umgewandelt ist, die Aufspeicherung von Sauerstoff nicht mehr vor sicht geht, derselbe vielmehr in die Luft entweicht.

Die Verluste, welche überhaupt bei der Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische Energie mit Hilfe der Accumulatoren verbunden sind, betragen selbst bei den besten ihrer Art nahezu 40%. Wir sehen somit, dass Accumulatoren nur dann angewendet werden sollen, wenn die Kraftquelle sehr billig ist, oder aus anderen Gründen kein weiterer Ausweg übrig bleibt; so ferne man aber vor die freie Wahl gestellt ist, so darf die Raumbeanspruchung und der Umstand nicht übersehen werden, dass die besten Accumulatoren nach einiger Zeit zu Grunde gehen. — In diesen Worten birgt sich das Bekenntnis vielfach getäuschter Hoffnungen, die man an die Verwendung der Accumulatoren geknüpft hatte. Genährt wurden dieselben durch die vielfachen Anpreisungen der Erfinder, hauptsächlich aber durch die Ausführungen übereifriger „Fachmänner“, die in dem grossen Publikum den Glauben weckten, in der nächsten Zeit schon könnte die Elektricität ein mit dem Petroleum concurrirender Handelsartikel werden.

Den Planté'schen Elementen im Principe am nächsten stehen die Accumulatoren von Lane Fox; sie bestehen aus zwei Elektroden, die in grossen Holztrögen einander gegenüber eingesenkt sind. Jede der Elektroden ist aus einer grossen Zahl wagrecht liegender Bleistreifen gebildet, die an den Kopfenden zusammengelöthet sind. Die Breite beträgt 4 *cm*, die Länge 25 *cm*. Es ist fraglich, ob die grosse Dicke der auf diese Weise gebildeten Platten ausgenützt wird. Die Dauerhaftigkeit wird jedenfalls erhöht, jedoch auf Kosten des Gewichtes. — Auch

diese Accumulatoren, welche, wie man uns mittheilte, als Nebenschluss geschaltet waren, dienten als Stromregulatoren und Sicherheitsvorrichtung.

An dieser Stelle wollen wir noch einer Elektroden-Construction Erwähnung thun, die von G. Arnold ersonnen wurde. Dieser Erfinder bildet seine Elektroden aus wagrecht liegenden, 1·5 *cm* starken Bleidrähten, die an den Kopfenden durch Bleistreifen vereinigt sind. 24 solche senkrecht stehende Platten bilden einen Accumulator. Die Oberfläche wird durch diese Construction wohl vergrössert, aber auch die Gefahr für den Accumulator selbst; denn wie leicht kann einer der Bleifäden, weil abgenützt, reissen und sich ausbiegen, wodurch eine Verbindung mit der nächsten Elektrode hergestellt ist.

So viel dem Verfasser bekannt ist, stand kein derartiger Accumulator in Verwendung; auch jene von Kabath wurden nur zu Versuchen geladen.

Der Vollständigkeit wegen wollen wir bemerken, dass die Platten aus abwechselnden Lagen von geraden und gewellten 0·1 *mm* dicken Bleifoliestreifen bestehen, die von einem durchlöcherten Mantel von starkem Bleiblech zusammengehalten werden.

Von einigem Interesse waren die von Ferdinand Crestin in St. Petersburg ausgestellten Accumulatoren; zur Vergrösserung der Angriffsfläche wurden deren Platten vorher mit einem Sandgebläse bearbeitet.

Wenn wir uns vergegenwärtigen, welche Arbeit der Strom bei der Formirung der bisher behandelten Secundär-Elemente nach Planté zu leisten hat und wie diese vor sich geht, so können wir uns nicht verhehlen, dass dabei einerseits durch das Entweichen des Wasserstoffes eine Vergeudung stattfindet, andererseits ein nur langsames Fortschreiten zu erwarten ist. Beiden Uebelständen hat Faure mit einem Schlage dadurch zu begegnen gewusst, dass er die Platten mit einer Miniumschichte versah, also dem Sauerstoffe einerseits vorarbeitete, andererseits dem Wasserstoffe Arbeit gab, die zugleich eine Auflockerung der positiven Elektrode mit sich bringt.

Denken wir uns, wir senken die Platten in verdünnte Schwefelsäure ein, so wird sich nachstehender Process an beiden Platten vollziehen:

$$Pb_3O_4 + H_2SO_4 = PbO_2 + 2\,PbSO_4 + 2\,H_2O.$$

Da die beiden entstandenen Stoffe unlösliche Ueberzüge bilden, kann der Process nicht weiter in die Tiefe fortschreiten.

Wir wollen nicht verabsäumen, an dieser Stelle zu bemerken, dass die entstehenden Bleisulfatkrystalle zugleich dazu beitragen, ein Ablösen des Miniums von der Bleifläche zu verhindern.

Die eben angeführte Gleichung zeigt, dass für den Fall, als nur Superoxyd zu bilden wäre, zwei Moleküle Schwefelsäure ausreichen würden; nun soll aber auch auf der anderen Platte eine Reduction stattfinden, und für diese wären nur 4 Wasserstoffe zur Verfügung. Betrachten wir 2 Bleisulfat, die von 1 Minium (Pb_3O_4) herrühren, so haben wir:

$$2\,PbSO_4 + 2\,H_2O + 2\,H_2O = 2\,PbO_2 + 2\,H_2SO_4 + H_4;$$

1 Minium auf der anderen Platte fordert aber 8 Wasserstoffe, weshalb wohl die Annahme begründet erscheint, dass es nothwendig und zweckmässig sei, die eine Platte mit der doppelten Menge Minium zu beschicken; es wird dadurch einem Wasserstoffverluste vorgebeugt und zugleich auch die Mächtigkeit der Bleisuperoxydschichte erhöht.

Zahlreiche Versuche haben auch hier gezeigt, dass mittlere Stromstärken das beste Ergebnis, d. h. die geringsten Ladeverluste aufweisen; selbstverständlich unvortheilhaft ist es, das Laden auch dann noch fortzusetzen, wenn bereits die Sauerstoffentwicklung eintritt. Während es anzurathen ist, nach einer vollständigen Reduction des Miniums zu trachten, ist nicht zu empfehlen, die Oxydation so weit zu treiben, dass alles Sulfat in Superoxyd umgewandelt wird, weil dies dann, des schützenden Sulfats entbehrend, sich selbst überlassen, doch bald in Sulfat übergeht.

Wie aus dem bisher Gesagten hervorgeht, handelt es sich bei der Herstellung recht wirksamer Accumulatoren, d. h. solcher, welche bei kleinster Raumbeanspruchung und bei geringstem Gewichte die grösste Menge Superoxyd aufspeichern, um eine recht weitgehende Auflockerung der Metalloberfläche. Dieses Ziel zu erreichen, ist nicht gar so schwer; durch Umgeben der Bleiplatte mit recht viel Minium oder sonstigen unlöslichen Bleisalzen, durch Anlagerung von Bleiflittern etc. etc., werden wir demselben gewiss näher rücken.

Wir haben erwähnt, es werde das Minium durch die gebildeten Bleisulfatkrystalle festgehalten; dies gilt jedoch nur für Auftragungen in bescheidenem Maasse; wird eine dicke Schicht aufgelegt, so müssen Umhüllungen von Filz oder Kameelhaar gewoben, Asbestgewebe, Glasfadengewebe etc. benützt werden, um das Abfallen zu verhindern. Diese Mittel haben Faure und seine Nachfolger angewendet. Die Säure, mehr aber noch vielleicht der Sauerstoff im Entstehungsaugenblicke, greifen diese Stoffe mehr minder an, so dass sie mit der Zeit zerfallen, oder es lagern sich in den Poren Bleikrystalle ab, die sich verlängernd bis zur nächsten Elektrode ausdehnen und so eine Verbindung herstellen, die dem Accumulator ein vorzeitiges Ende bereitet.

Man ist daher nach und nach davon abgekommen, die Elektroden einzuhüllen und bemüht sich, die zur Vergrösserung und Auflockerung der Oberfläche angewendeten Stoffe auf geeignete Weise mit dem Metalle zu verbinden.

In vorzüglicher Weise ist dies Sellon und Volckmar gelungen.

Ursprünglich bedienten sich diese Erfinder durchlöcherter, gewellter Bleiplatten von etwa 4 *mm* Dicke, 50 *cm* Länge, 3 *cm* Breite, deren Oeffnungen, welche einen Durchmesser von 2·5 *cm* hatten, mit Bleischwamm ausgefüllt waren. Da der Abstand der Oeffnungen von einander nur 2 *mm* betrug, so bildete die Platte fast nur den Träger des Bleischwammes. Diese Accumulatoren waren also eigentlich Planté'sche Elemente, deren Elektroden ein recht lockeres Gefüge hatten, wodurch dem Strome gewissermassen die mechanische Arbeit erspart, die Formirung einem rascheren Ende zugeführt war. Doch auch die Oxydation des Bleischwammes erfordert eine gewisse Zeit und aus diesem Grunde vereinigten sich Sellon und Volckmar mit Faure, um, wie dieser, Minium in Anwendung bringen zu können.

Die jetzige Electrical Power Storage Company Ld. in London stellt daher die Accumulatoren nach dem System Faure-Sellon-Volckmar wie folgt her:

Durch Guss werden Platten erzeugt, die 30 *cm* lang, ebenso breit, etwa $^1/_2$ *cm* dick, und mit eng an einander liegenden Oeffnungen von 1 *cm* Breite versehen sind: sie erhalten dadurch das Aussehen eines Gitters. Diese Oeffnungen werden nun mit einem Brei aus Schwefelsäure und Minium ausgefüllt, von welch' letzterem Stoffe das der Platte gleiche Gewicht in Verwendung gelangt. In 18. Oeffnungen der negativen Elektrode werden Gummiklötzchen eingesetzt, die über die Fläche etwa $^1/_2$ *cm* hinausragen, und diese Platte vor Berührung mit der nächstfolgenden schützen. In einem Troge stehen 24 Platten, die sammt Flüssigkeit 50 *kg* wiegen. Die durchlöcherten Ableitungsstreifen einer Gattung Elektroden sind durch einen eingeführten Stift, welcher beiderseits mit Muttern versehen ist, mit einander verbunden.

Nach Angabe von F. Volckmar kann ein Accumulator der angeführten Grösse $1^1/_2$ Pferdekräfte durch eine Stunde hindurch leisten und ist es die + Platte, welche, nach Jahresfrist aber erst, einer Auswechslung bedarf. Der Widerstand beträgt nur 0·002 Ohms. Per Pferdekraft stellt sich der Preis auf 1 Pfund 31 Shilling 6 Pence ab London.

In der Ausstellung wurden sowohl die Swan-Lampen des Kaiserpavillons und einiger Intérieurs durch Volckmar's Accumulatoren gespeist, als auch ein Tricycle durch dieselben betrieben.

Einer besonderen Erwähnung bedarf das elektrische Boot für 40 Personen, das nächst der Sophien-Brücke im Donaucanale vor Anker lag, und während der Dauer der Ausstellung Nachmittags durch 78 Accumulatoren betrieben wurde. Da dieselben im Kiel des Bootes statt des Ballastes und unter den Sitzen untergebracht waren, nahmen sie von dem zur Personenaufnahme bestimmten Raume nichts in Anspruch. Die Ladung, welche für eine sechsstündige Fahrt 12 Stunden währte, besorgte eine Dynamo-Maschine, die in einer eigens für diesen Zweck erbauten Hütte am Donauufer untergebracht war und einen Strom von 45 Ampères lieferte. Die Spannung des Ladungsstromes betrug 180 Volts, was nöthig war, da alle Accumulatoren im hinter einander geschalteten Zustande geladen wurden.

Die Schraube, welche ohne Uebersetzung durch die verlängerte Welle einer Dynamo-Maschine von Siemens Brothers & Co. getrieben wurde, hatte wegen der grossen Geschwindigkeit von 600 Umdrehungen per Minute nur 45 *cm* Durchmesser. Der Anker der Maschine, die sich im Hintertheile des Bootes befand, hatte 0·3 Ohms Widerstand, jener der Magnete betrug 0·4 Ohms. Der Stromsammler war mit zwei Paar Bürsten versehen, welche nach Belieben angelegt und abgehoben werden konnten. Da die Berührungspunkte so gewählt waren, dass die Trommel bei der Benützung des einen Bürstenpaares sich nach rechts, bei der Benützung des zweiten aber sich umgekehrt, nach links, drehte, war auf einfache Weise die Möglichkeit des Umsteuerns gegeben. Zur Veränderung der Geschwindigkeit war ein Accumulatoren-Ausschalter in Anwendung, der gestattete, nach Belieben 78,

69—60 Accumulatoren zu benützen. Die Stromstärke zeigte ein vor dem Steuerrad befindliches Ammeter von Ayrton und Perry an.

Der Widerstand eines der geladenen Accumulatoren, die in Verwendung standen, war 0·004 Ohms, die Platten, von welchen jeder Kasten 18 enthielt, hatten bei 13 *cm* Höhe und 18 *cm* Länge eine Dicke von 0·5 *cm*; ihr Gewicht betrug 25 *kg* und gestatteten sie 300 Stunden-Ampères aufzuspeichern. Aus den Daten ergiebt sich, dass, die elektromotorische Kraft zu 245 Volts angenommen, 10·7 Pferdekräfte hätten geleistet werden sollen; der Schaft der Schraube empfing deren 7.

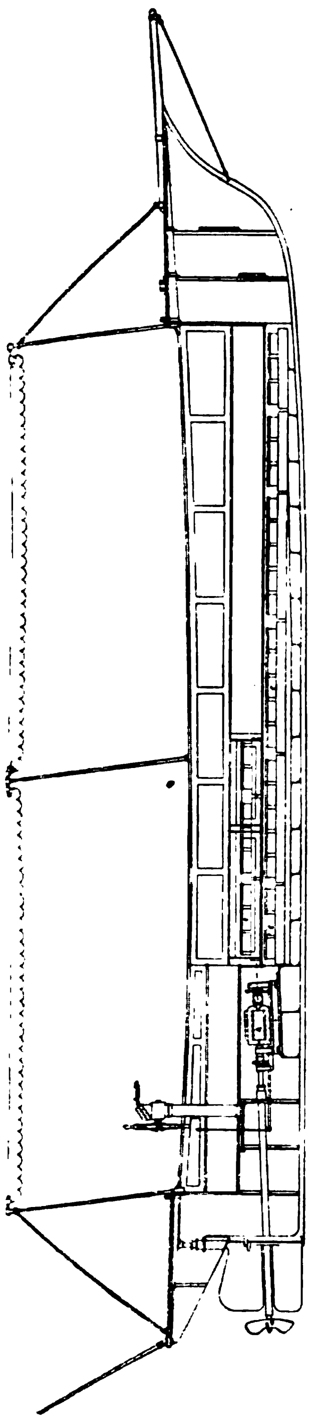


Fig. 115.

Der Verfasser, welcher Gelegenheit hatte, das Boot zu benützen, überzeugte sich von der Leichtigkeit, mit welcher ein einziger, am Steuer befindlicher Mann alle nöthigen Arbeiten ausführte. Die Bergfahrt von dem Ankerplatz bis

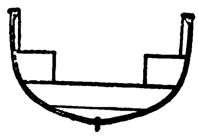


Fig. 116.

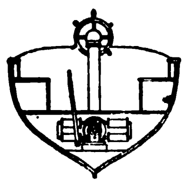


Fig. 117.

zu den Holzlagerplätzen hinter dem Schanzel erfolgte in etwa 30 Minuten, die Rückfahrt in 15 Minuten.

Das Boot, welches 12·46 *m* lang und 1·88 *m* breit ist, wurde von Yarrow & Co. in London aus galvanisirtem Stahl eigens für den Betrieb durch Accumulatoren gebaut und ist, wie schon erwähnt, der grosse Personenfassungsraum nur dem Umstande zu danken, dass diese gar keinen für Sitz- und Stehplätze geeigneten Raum wegnehmen.

Das Boot hat übrigens auch eine längere Strecke, nämlich Wien—Pressburg in 4 Stunden zurückgelegt, zu welcher Fahrt selbst der Courierzug 2 Stunden erfordert.

Wir geben in den Fig. 115—117 Längs- und Querschnitt des Schiffes, woselbst die mit *CC* bezeichneten Rechtecke die Accumulatoren vorstellen und *A* die Dynamo-Maschine bedeutet.

L. Kornblüh in Wien, welcher gleichfalls gegossene Netze aus Blei als Accumulatoren-Elektroden verwendet, hat an denselben einige Verbesserungen angebracht, die wohl nicht ganz unwesentlich genannt werden dürfen. Vor Allem hat er die Platte durch Längs- und Querrippen versteift, d. h. die Löcher in sechs Gruppen so vertheilt, dass stärkere Brückenstäbe stehen bleiben, wodurch sowohl einem Verbiegen der Elektroden vorgebeugt ist, als auch eine grössere Dauerhaftigkeit derselben erzielt werden kann. Eine besondere Aufmerksamkeit ist den Ableitungsstreifen, welche ebenfalls angegossen sind, zugewendet. In der That ist dieser Gegenstand einer besonderen Beachtung werth, weil gerade die Verbindungsstellen der Elektroden mit einander und mit der Klemme leicht einer Zerstörung anheimfallen. Die verdünnte Schwefelsäure hat nämlich die Eigenthümlichkeit, längs der sich bildenden Oxydschichte, wahrscheinlich zwischen dieser und dem Metalle durch Capillarwirkung aufzusteigen, bis zu den Löthstellen vorzudringen und diese anzugreifen; ja, es geschieht zuweilen sogar, dass dann, wenn die Elektrodenableitungen abgebogen sind und über den Rand des Gefässes herabhängen, ein förmlich heberartiges Ausfliessen der Flüssigkeit erfolgt.

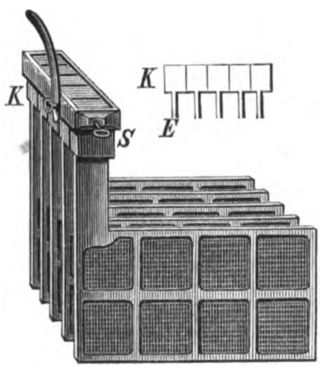


Fig. 118.

Wir haben genug Accumulatoren beobachtet, an deren Klemmen sich förmliche Ansätze des Kupfersulfats, herrührend von dem Metalle der Klemme, bildeten; Kornblüh's Accumulatoren sind von diesem Uebelstande frei, denn alldem ist durch die in der Fig. 118 deutlich ersichtliche Form des Ableitungsstreifens, durch die offene Klemme, welche sich über die Streifen schiebt und sie an einander presst, vorgebeugt. Diese Anordnung bietet aber auch den weiteren Vortheil, rasch ein Wechseln der Elektroden vornehmen zu können.

Die Maschen des Netzwerkes werden mit einem teigartigen Gemenge von Bleioxyd, verdünnter Schwefelsäure und etwas Gummi ausgefüllt, was unter einem gewissen Drucke geschieht. Nach der Formirung bildet dieser Brei eine harte Masse, die dem Abbröckeln erfolgreich widersteht und welche noch dazu von den Rippen festgehalten wird. Ein Accumulator wiegt 30 *kg*, von welchem Gewichte 25 *kg* auf das Bleigewicht entfallen. Die Elektroden stehen in einer Glaswanne, die sorgfältig in Holzkästen oder Körben verpackt ist. Die elektromotorische Kraft beträgt 2·25 Volts und beansprucht die Formirung 40—60 Stunden, nach welcher Zeit eine Ladung von 250 Stunden-Ampères erreicht werden kann.

In der Ausstellung wurden diese Accumulatoren zum Betriebe verschiedener kleiner Motoren (elektrische Eisenbahn der k. k. Ferdinands-Nordbahn, des Taktirstockes von Samuel, Nähmaschinen-Motoren) zur Speisung von Glühlämpchen und zur Herstellung der in Holz eingebrannten Zeichnungen (elektrische Pyrographie) in den Intérieurs von Bernhard Ludwig verwendet.

Ob es zweckmässig ist, statt Minium Bleioxyd zu verwenden, diese Frage zu beantworten, bedarf es wohl eingehender Versuche. Das Eine ist sicher: Um

dieselbe Menge Superoxyd zu erzeugen, ist ein grösserer Sauerstoffaufwand nöthig, es hat also der Strom mehr Arbeit zu leisten. Die Mehrzersetzung von Wasser bringt auch die Entwicklung einer grösseren Menge Wasserstoff mit sich; da aber blos Oxyd angewendet wird, findet auf der anderen Platte früher eine Reduction statt und es wird nothwendig sein, an der positiven Elektrode ebensoviel Bleioxyd anzuhäufen, als an der negativen; es wird an derselben also mehr Bleischwamm erzeugt. Ob letzteres nützlich und nothwendig ist — die Beantwortung dieser Frage würde mehr Raum in Anspruch nehmen, als uns zur Verfügung steht. Ferner aber ist sicher, dass wir im Minium bereits Bleisuperoxyd fertig gebildet haben und dieser Stoff schon durch das Eintauchen in die verdünnte Schwefelsäure entsteht, weshalb die Eignung der kleinsten Theilchen, diesen Stoff zu bilden, vorhanden ist. Es muss also der Process williger von statten gehen und, abgesehen von dem schon vorhandenen Superoxyd, die Formirung der Minium-Accumulatoren rascher erfolgen, als die der Oxyd-Accumulatoren, und vielleicht auch das spätere, jedesmalige Laden rascher erzielbar sein.

Während wir nun eben dargethan zu haben glauben, dass Kornblüh in der Construction seiner Accumulatoren einen Schritt zurück thut, scheint De Calo einen Schritt zu weit vorgethan zu haben. Der genannte Accumulatoren-Fabrikant beschickt nämlich seine Accumulatoren geradeaus mit Bleisuperoxyd, das er auf die durch Beizung eigens zubereiteten, negativen Platten aufträgt, die dann in ein Gewebe aus Glasfäden eingehüllt werden. Das Beizen zeigt schon ein Bestreben die Vereinigung von Superoxyd und Blei zu einer innigen zu machen. Vielleicht geschieht dies auch nach und nach; gerade so, wie wir eben von einer gewissen Eignung des Miniums, Superoxyd zu bilden, gesprochen haben, möchten wir hier von einer gewissen Hartnäckigkeit der kleinsten Theile sprechen, sich mit der Bleioberfläche nicht innig genug zu verbinden. Das Bleioxyd-Molekül bleibt gewissermassen immer auf der Bleioberfläche angelagert; hat es einmal den ihm bei der Zusammensetzung angewiesenen Platz eingenommen, so behauptet es ihn und nimmt ihn wieder ein bei seiner Rückbildung durch den Strom. Anders ist es aber, wenn sich das Minium unter dem Einflusse der Schwefelsäure zersetzt, die Sulfatkrystalle an das Blei ankrystallisiren etc. etc.

Wir müssen gestehen, wir können bis zur Stunde die Richtigkeit unserer Behauptungen noch nicht durch Zahlen erweisen, glauben aber, nicht ganz unnütz unsere Ansicht ausgesprochen zu haben.

Wie wir einem Zeitungsberichte (N. Fr. Presse) entnehmen, wird bei der Beizung das dem Blei vorher zugesetzte Zink aufgelöst, wodurch die Elektrode eine schwammartige Beschaffenheit erhält.

Näheres über diese Accumulatoren können wir leider nicht mittheilen, da dieselben nur ausgestellt waren, um wie es scheint, das Dasein des Windmotors zu erklären; denn Herr De Calo selbst hat sie dem Verfasser gegenüber als „nicht ausgestellt“ bezeichnet.

Während die meisten Verbesserer der Planté'schen Secundär-Elemente ebene Blei-Elektroden neben einander reihen, oder Bleiplatten spiralförmig in einander rollen, haben Barrier & Tourville in Paris bei ihrem „Elektrodock“ benannten Accumulator in einander gesteckte röhrenförmige Elektroden in Anwendung

gebracht. Wir folgen in der Beschreibung des Apparates sowohl, als auch bei der Angabe der Vortheile, welche die an demselben getroffenen Anordnungen bringen sollen, einer kleinen Schrift, die von den Erzeugern herausgegeben wurde, werden uns aber zum Schlusse erlauben, unserer eigenen Meinung Ausdruck zu geben.

Wie bereits erwähnt, bestehen die Elektroden aus Bleiröhren; diese sind jedoch nicht glatt, sondern so bearbeitet, dass die Oberfläche einem Netzwerke gleicht. Die Vertiefungen, welche dadurch entstehen, sind dazu bestimmt, eine Mischung aufzunehmen, deren Zusammensetzung weiter unten folgt. Diese Röhren werden von dem Holzdeckel, an dem sie befestigt sind, getragen, hängen somit, da der Deckel am Rande des Gefässes ausruht, in diesem völlig frei, ohne den Boden zu berühren, da sie etwa 2 *cm* kürzer sind, als dieses hoch ist. Als nicht unwesentlich wollen wir erwähnen, dass die Ableitungsstreifen aus dem Röhrenmateriale selbst ausgeschnitten sind, also jede Löthung vermieden ist, ausser etwa an jener Stelle, an der die Röhren entsprechend abwechselnd mit einander verbunden sind. Durch die Anwendung dieses Netzwerkes wird das Gewicht der Elektroden bedeutend vermindert, ihre Oberfläche vergrössert und selbe, unbeschadet ihrer Dauerhaftigkeit, gleichzeitig befähigt, die schon oben erwähnte Mischung aufzunehmen und festzuhalten.

Holzschrauben, welche durch das Holz des Deckels hindurchgehen, schrauben sich einerseits in das Verbindungsstück zweier Ableitungsstreifen ein und tragen anderseits nach oben und aussen die Klemmen.

Zwischen je zwei Röhren sind zwei Glasstäbe eingeschoben, die den richtigen Abstand derselben von einander aufrecht erhalten, während zwei Kautschukringe, von welchen einer den Raum zwischen dem innersten Cylinder und dem Gefässboden einnimmt und der andere zwischen Gefässrand und Holzdeckel liegt, dafür sorgen, dass die Elektroden zur Verhütung von Beschädigungen während des Transportes festgelagert sind.

Zur Begründung der Anordnung, welche die Erfinder bezüglich der Grösse von zwei zusammengehörigen Elektroden treffen, führen sie folgendes Ergebnis einiger Versuche an. Einer quadratischen, negativen Platte von 1 *dm* Seite wurde eine gleichgrosse, positive gegenüber gestellt und die Entladung vollzogen. Wurde sodann eine neue negative Elektrode eingesetzt, so wurde keine weitere Entladung erzielt — woraus die Erfinder schliessen, dass die vorhanden gewesene Wasserstoffmenge zu klein gewesen sei, um eine gleich grosse positive Platte auszubrauchen; wurde dagegen die negative Elektrode durch eine andere ersetzt, so konnte eine der ersten gleiche, zweite Entladung erzielt werden.

Auf Grund dieser Versuche, welche ergaben, dass bei den Blei-Accumulatoren der Wasserstoff immer fehle, wurde die positive Elektrode als einhüllendes Rohr benützt und ihre Oberfläche noch weiters durch rinnenartige Vertiefungen, die tiefer gehalten wurden als auf der andern Elektrode, da sich diese mehr abnützt, vergrössert, was gleichzeitig befähigt, mehr von der Mischung aufnehmen zu können. Diese Mischung besteht aus Bleiglätte, Kohlenpulver und Kaliumpermanganat, welche Stoffe sorgfältig gerieben und vermischt werden, damit sie mit dem zugesetzten Syrup einen gleichförmigen steifen Brei bilden. Die Cylinder werden innen und aussen mit diesem Brei bestrichen, der sofort erhärtet, so dass die Elektroden

schon nach einem Tage an den Deckeln befestigt werden können und die Elemente zum Formiren bereit sind.

Bleiglätte verwenden die Erfinder, weil selbe auf der niedersten Oxydationsstufe stehend, am meisten Sauerstoff aufnehmen kann; das Kaliumpermanganat soll den Zweck haben, die Bleiglätte zu oxydiren, während es vom Syrup gleichzeitig reducirt wird. Die Kohle hingegen soll zur Aufspeicherung des Wasserstoffes beitragen, die ganze Masse porös erhalten und die Leitungsfähigkeit erhöhen, damit sowohl der Strom als auch die Flüssigkeit in ihrer Bewegung möglichst wenig gehindert sind. Das Permanganat soll aber ferner auch noch während der Entladung dahin wirken, die Wasserstoffmengen zu vergrössern, was nach den Eingangs angeführten Versuchen den Erfindern nöthig erscheint. Ihr Bestreben ging aber nicht nur dahin, den Oxydüberzug möglichst porös, leicht reducirbar und möglichst geeignet zur Wasserstoff- und Sauerstoffaufnahme zu machen, sondern er sollte auch ein fest anhaftender werden.

Allen diesen Anforderungen entspricht die angegebene Masse; sie behält ihre Festigkeit auch nach der Formirung, ebenso wie nach der Entladung bei; sie bildet eben keine pulverige, schwammige Schichte, sondern eine zusammenhängende Decke, welche durch die Einkerbungen festgehalten wird. Sollte sich dennoch durch irgend einen Zufall etwas ablösen, so schadet dies doch der Isolirung nichts, da ja, wie wir schon Eingangs erwähnten, die Elektroden um 2 *cm* vom Boden abstehen.

So weit die Erfinder mit ihren Angaben über die Herstellung ihrer Accumulatoren; sie lassen nun einige Bemerkungen über die Capacität anderer Accumulatoren folgen, die denselben theils angedichtet wird, oder die sie thatsächlich, jedoch nur auf Kosten ihrer Dauerhaftigkeit besitzen. Ueber die Capacität ihrer eigenen Accumulatoren beobachten aber die Erfinder vollständiges Stillschweigen, werfen aber dafür die folgende Frage auf: Ein Accumulator von 1 *kg* sei fähig, 100 Ampères aufzuspeichern, geht aber nach 10 Wochen zu Grunde, ein anderer mit 2 *kg* giebt nur 50 Ampères, hält aber 30 Wochen, welcher ist vortheilhafter und billiger?

Hieraus darf wohl der Schluss gezogen werden, dass die Erfinder selbst sich der Ansicht nicht verschliessen, dass ihre Accumulatoren ein grösseres Gewicht als andere besitzen; den Schleier über den wahren Sachverhalt wollen sie aber nicht lüften. Ein geringes Gewicht hat aber denn doch einen bedeutenden Einfluss, sofern man den Anschaffungspreis an und für sich, und die Transportspesen in Betracht zieht.

Was die Erfinder über die durch ihre Masse vermehrte Wasserstoff-Aufspeicherung sagen, kommt uns sehr unwahrscheinlich vor und noch unglaublicher erscheint es uns, dass die Vergrösserung der positiven Elektrode, jener wo sich Wasserstoff ansammeln soll (die Erfinder vertauschen die Bezeichnung und nennen die Elektrode mit negativem Pol auch negative Elektrode und umgekehrt) von Vortheil sein könnte; wir glauben, wie sonst alle Anderen, die sich je mit Accumulatoren beschäftigt haben, dass die Sauerstoff-Aufspeicherung das Wichtigste ist. Freilich erhöht die Anwesenheit von Wasserstoff an der positiven

Elektrode die Potentialdifferenz (weil eben statt Blei Wasserstoff verbrannt wird: sie soll beim Elektrodendock 2·5 Volts sein gegen 2·2 an den gewöhnlichen Accumulatoren); aber wir zweifeln daran, dass sich überhaupt in der Nähe der Elektroden eine genügende Menge in gelöstem Zustande wird erhalten lassen und Gasbatterien werden die Herren Barrier & Tourville doch nicht zu bauen beabsichtigen!

Wir möchten weitergehen und behaupten, dass Vorhandensein von gasförmigem Wasserstoff sei überhaupt nicht anzustreben, weil dadurch die Potentialdifferenz unnöthiger Weise veränderlich gemacht wird; denn zum Schlusse gelangt doch das aus Bleioxyd reducirte Blei zur Verbrennung, etwas, was nicht zu vermeiden sein wird, da gewiss ein Theil des Wasserstoffes entweicht. Oder soll dann der Accumulator schon ausgebraucht sein, wenn kein Wasserstoff mehr vorhanden ist?

Noch gewagter dünkt uns die Behauptung von der Zweckmässigkeit, Bleiglätte durch Kaliumpermanganat zu oxydiren; wir glauben, dieser Process kann wohl, wenn nur die Wahl zwischen Kaliumpermanganat und dem elektrischen Strome bleibt, mit Vortheil dem letzteren überlassen werden. Hiezu kommt aber noch der Umstand, dass Kaliumpermanganat mit Syrup und Kohle vermischt wird. Wir sind überzeugt und jeder Fachmann wird uns beistimmen, dass ein Theil des Kaliumpermanganates durch den Syrup reducirt sein wird, ehe das Bleioxyd an die Reihe kommt.

Das Kaliumpermanganat kann wohl dazu beitragen, die Masse haltbar zu machen; das ist aber auch der Hauptvortheil, den es, wie wir glauben, bringen könnte. Wasserstoff-Aufspeicher wird es auch nicht, selbst wenn es bis zur Bildung von Manganoxydhydrat kommt, ein Stoff, der sich in der verdünnten Schwefelsäure lösen würde, womit auch die Wasserstoff-Aufspeicherung sein Ende erreicht hätte.

Am Schlusse ihres Schriftchens führen die Erfinder noch Einiges über die Anwendung der Elektrodocks an. Sie gehen von der Ansicht aus, dass sich jede Installation für Licht oder Kraft der Accumulatoren bedienen soll. Bei einer allgemein eingeführten Beleuchtung würde jedes Haus die seinen Bedürfnissen entsprechende Anzahl Accumulatoren bekommen, welche von der Centrale aus geladen werden.

Es ist dies ein heute freilich nicht sehr ferne liegender Gedanke, dem der Verfasser des Berichtes aber schon in seinem Buche „Die galvanischen Elemente von Volta bis heute", das zur Zeit der Erfindung der Faure'schen Accumulatoren erschien, Ausdruck gab. Es heisst dort:

„Das Hin- und Herschaffen der Elemente zu ersparen, könnte vielleicht „auch die Leitung in das Haus des Abonnenten gelegt und ihm in seinen „Elementen die ihm gebührende, die beanspruchte Elektricitätsmenge zugemessen „werden; es wäre so eine Strom- oder besser Elektricitätstheilung freilich auf „einen ganz anderen als dem bisherigen Wege erreicht."

Wir wollen über die Zweckmässigkeit dieses Vorschlages nicht viel Worte verlieren, vielleicht nur noch betonen, dass es dem Abonnenten so möglich würde, unabhängig von der Art des gelieferten Stromes, durch geeignete Schaltung der

Elemente, jederzeit Strom in der ihm nöthigen Form zu erhalten. Ob aber überhaupt die Verwendung der Accumulatoren bei ihrer heutigen Unvollkommenheit zu empfehlen ist, haben wir bereits angedeutet.

Die Erfinder glauben auch, ihre Accumulatoren wären zum Transport geeignet und brauchbar für Tramways etc.; daran zu zweifeln ist wohl nach dem früher Gesagtem ebenfalls erlaubt.

Auch machen die Erfinder den Vorschlag, die in den Telegraphenämtern verwendeten Elemente durch den Elektrodock zu ersetzen, der, durch fünf Stunden geladen, den Tag über der Elektricitätslieferant wäre. — Der Verfasser kann nicht glauben, dass dieser Vorschlag sehr ernst zu nehmen ist, so lange gerade der Elektrodock so raumverschwenderisch zusammengestellt ist; denn an seinem Platze kann ganz gut ein grosses Chromsäure-Element stehen, dessen Anschaffungspreis ein viel geringerer ist und dessen Unterhaltungskosten wohl nicht sehr die des Elektrodocks, der doch auch nicht von ewiger Dauer ist, übertreffen wird, bei dem ausserdem noch die Amortisation der Maschinenanlage mit in Rechnung gezogen werden muss; anders stellt sich wohl die Sache, wenn diese der Beleuchtung wegen schon vorhanden ist.

Die Erfinder machen schliesslich darauf aufmerksam, dass der Elektrodock als Stromregulator und als Sicherheitsmittel gegen Stromunterbrechungen angewendet und auch zur Beleuchtung von Eisenbahnwagen, neben einer Maschine, benützt werden könne; vor Allem wäre er aber vortheilhaft, wenn es sich um die Ausnützung einer Wasserkraft, bez. Aufspeicherung der von ihr geleisteten Arbeit handelt.

Am Schlusse dieses Capitels wollen wir noch des Bromgas- und Palladium-Accumulators erwähnen.

Unter dem Namen Bromgas-Accumulator hatte Prof. C. W. Zenger in Prag eine dem Grove'schen Gaselement ähnliche Vorrichtung ausgestellt, welche aus zwei Platinstreifen bestand, die in Chlornatriumlösung tauchten und von welchen der eine mit Bromdampf, der andere von Wasserstoffgas umgeben war. Um dies sicher zu erreichen, waren sie oben in eine Glasröhre eingeschmolzen, die seitlich mehrfach durchlöchert, unten aber offen waren. Das untere Ende dieser Glasröhre war mit dem unteren Ende einer einhüllenden Glasröhre luftdicht verschmolzen. Das obere Ende dieser Mantelröhre ragte über die Stelle, an der die innere mit der Elektrode verschmolzen war, hinaus, war dann seitlich gebogen und mit einem Stöpsel verschlossen. In den ringförmigen Hohlraum zwischen innerer und äusserer Röhre wurde einerseits Brom-, andererseits verdünnte Schwefelsäure und Eisendraht eingeführt.

Die elektro-motorische Kraft eines derartigen Elementes beträgt 1·7—1·9 Volts.

Da der innere Widerstand ein bedeutender ist und die Wiederabscheidung des Broms doch nicht so einfach wie die Bleisuperoxydbildung vor sich geht, darf dieser Accumulator vorderhand wohl keinen Anspruch auf practische Verwendbarkeit machen.

Das Gleiche gilt von Siemen's Palladium-Accumulator, in welchem Elemente die Eigenschaft des Paladium, Wasserstoff aufzuspeichern, benützt wird.

III. Thermo-elektrische Säulen.

Bei der Besprechung dieser Stromquellen gereicht es uns zur Befriedigung, die Namen mehrerer heimischer Erfinder nennen zu können, die weit über die Grenzen unseres Vaterlandes sich eines guten Klanges erfreuen. Sind auch die grossen Hoffnungen, welche noch bis heute die Stromerzeugung durch Erwärmung der Berührungsstelle zweier verschiedener Leiter erweckt, unerfüllt geblieben, so verdient doch der Gegenstand die volle Aufmerksamkeit der Fachmänner.

Erst sechzig Jahre sind es her, seit der verdienstvolle Physiker Seebeck die Entdeckung machte, dass eine Magnetnadel abgelenkt wird, wenn die beiden Enden des kupfernen Leiters durch einen Wismuthstab verbunden sind und eine der Verbindungsstellen erwärmt wird. Bald brach sich die Erkenntnis Bahn, dass die Stärke des erzielten Stromes von der Grösse des Temperatur-Unterschiedes abhänge, der zwischen den beiden Löthstellen herrscht; ebenso klar wurde aber bald, dass diese Gesetzmässigkeit ebenso wenig allgemeine Geltung habe, als die der Volta'schen Spannungsreihe ähnlich aufgestellte thermo-elektrische; denn in dieser Hinsicht weisen die einzelnen Legirungen fast unberechenbare Abweichungen auf.

Diesen Umstand benutzte der bekannte Wiener Elektriker S. Marcus, indem er seine Elemente aus Legirungen zusammensetzte, deren Mischungsverhältnisse so günstig gewählt waren, dass die erreichte Spannung jene bedeutend übertraf, die sich hätte erzielen lassen, wenn er die einfachen unlegirten Metalle aneinander gereiht hätte. Da der Erfinder den Preis der Wiener Akademie der Wissenschaften erhielt, veröffentlichte er die Zusammensetzung beider Legirungen. Das negative Metall besteht nach dieser Angabe aus 10 Theilen Kupfer, 6 Theilen Zink und 6 Theilen Nickel. Diese Legirung, welche ohnehin viele Aehnlichkeit mit dem Neusilber hat, ersetzte der Erfinder auch später durch dieses und verbesserte seine Wirksamkeit noch durch einen kleinen Kobaltzusatz. Das positive Metall wurde in Form von Gussstäben, die bei 16 *cm* Länge 2·5 *cm* dick und 2 *cm* breit sind, gebracht.

Die Blechstreifen des elektro-negativen Metalles wurden durch Schrauben, jedoch isolirt an den beiden Seiten eines Eisenstabes, befestigt und zwar so, dass ein dachartiges Gerüste entstand; die freien Enden jeder Seite wurden ebenso durch Schrauben an einen Stab für jede Seite befestigt. Das elektro-positive Metall hingegen wurde erst nachträglich auf diese Gruppe aufgeschraubt und zwar so, dass je ein Stab das Kopfende eines Neusilberstreifens mit dem Fussende des nächsten verband, was eine zickzackförmige Leiterlinie lieferte. Während den oberen Berührungsstellen durch Erhitzung der Eisenstange Wärme zugeführt wurde, erfolgte die Abkühlung der Fussenden dadurch, dass selbe in längliche, Wasser enthaltende Thontröge tauchten.

Durch Benützung einer ziemlich bedeutenden Anzahl derartiger Säulen gelang es Marcus, unter Aufwand vom 120 *kg* Kohle einen Strom zu erzeugen, der in der Stärke einem durch 30 Bunsen-Elemente gelieferten gleichkam. Der

Umstand, dass die elektro-motorische Kraft eines Elementes nur $^1/_{18}$ Volt beträgt, somit, um obige Leistung zu erzielen, mindestens 1000 Elemente hinter einander geschaltet werden müssen, und des ferneren der Uebelstand, dass die Stäbe sehr leicht brechen und die Berührungsstellen leicht oxydiren, wodurch der Widerstand sich erhöht, haben eine ausgedehntere Verwendung dieser Säule verhindert.

Der zweite Wiener, der sich mit der Herstellung practisch verwendbarer Thermosäulen beschäftigte, der leider zu früh verstorbene Franz Noë, hat letzteren Fehler dadurch beseitigt, dass er die beiden Metalle durch Guss vereinigte. Um der Berührungsstelle Wärme zuzuführen, ohne erstere der Flamme aussetzen zu müssen, brachte dieser Erfinder eine Neuerung an, indem er jedes Element mit einem Heizstifte versah. Zu diesem Behufe wird in den Grund der Form eine Metallkapsel gelegt, die durchlocht ist, und einen mit Kopf versehenen Eisenstift aufnimmt; eine Oeffnung am Rande der Kapsel gestattet die Einführung des elektro-negativen Metalles, das aus einem Bündel von Neusilberdrähten besteht.

Die Legirung, aus welcher das elektro-positive Metall hergestellt wird, ist jener von Marcus ähnlich, jedoch sind die näheren Angaben geheimgehalten.

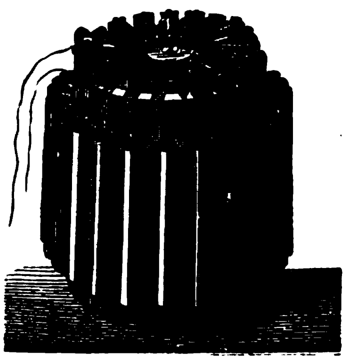


Fig. 119.

Ursprünglich ordnete Noë die Elemente in zwei Reihen so an, dass sich die Heizstifte gegenüberstanden. Bei dieser Anordnung war es nothwendig, zur Beheizung Lampen mit langer, flacher Flamme, oder bei Gasbenutzung, einen langgestreckten, vielflammigen Brenner zu verwenden, was wegen der schwierigen Herstellung einer gleichförmigen Flamme selten eine gleichförmige Heizung ermöglichte. Auf Andringen des Verfassers stellte Noë die unter dem Namen Sternsäule bekannte Form zusammen, deren Einrichtung aus der Fig. 119 wohl deutlich genug ersichtlich ist.

Die Kühlstreifen, das sind Kupferbleche, welche an die Elemente angelöthet sind, bilden zugleich das Gestelle der Säule, da sie alle nahe ihren Enden an zwei Ringe aus Papiermasse angeschraubt werden. Die angelötheten Rollen dienen zur besseren Kühlung und die in der Mitte sichtbare Glimmerplatte bezweckt eine Ausbreitung der Flamme.

Bei mässigem Glühen der Heizstifte, auf welche kleine Hülsen angeschoben werden, die eine Wärmezufuhr zu den Kapseln noch befördern, genügt die Abkühlung durch die Luft vollkommen, wenn der Strom geschlossen ist, d. h. die Wärme in Elektricität umgesetzt wird und nicht insgesammt durch die Kühlflächen ausgestrahlt werden muss. Findet eine starke Erhitzung der Heizstifte statt, so genügt es, die Säule in ein Gefäss mit Wasser zu stellen. Auf diese Weise gelingt es unter allen Umständen zu verhüten, dass die Kupferstreifen sich höher als auf 40° C. erhitzen.

Mit der Untersuchung der Noë'schen Säule hat sich vorzüglich Professor A. v. Waltenhofen beschäftigt; ihm gelang es auch, durch eine Vereinigung der genügenden Anzahl von derartigen Säulen elektrisches Bogenlicht zu erzeugen.

Ein Hauptmangel dieser Zusammenstellung liegt in der Verschwendung von Heizmaterial sowohl, als auch in dem Umstande, dass die Neusilberdrähte dort, wo sie aus den Kapseln heraustreten, brüchig werden, was der Einwirkung der Flammen zuzuschreiben sein dürfte. Der Verfasser, der sich damit beschäftigte. diese Säule zu vervollkommnen, wendet daher Schutzcylinder aus Glimmer an; dass dadurch diesem Uebelstande nachdrücklich abgeholfen wird, lehren die am chemischen Laboratorium der Wiener techn. Hochschule gemachten Erfahrungen, in welchem Institute die Säule zur quantitativen Bestimmung der Metalle benützt wird. Die Fig. 120 zeigt zwei Säulen auf einem Eisengestelle vereinigt, das mit zwei Bunsenbrennern *c* und einer Gaszuführungs-Regulirung *H* versehen ist, welche verhindert, dass bei stärker werdendem Gasdrucke die Flammen grösser brennen, wodurch die Elemente zerstört würden.

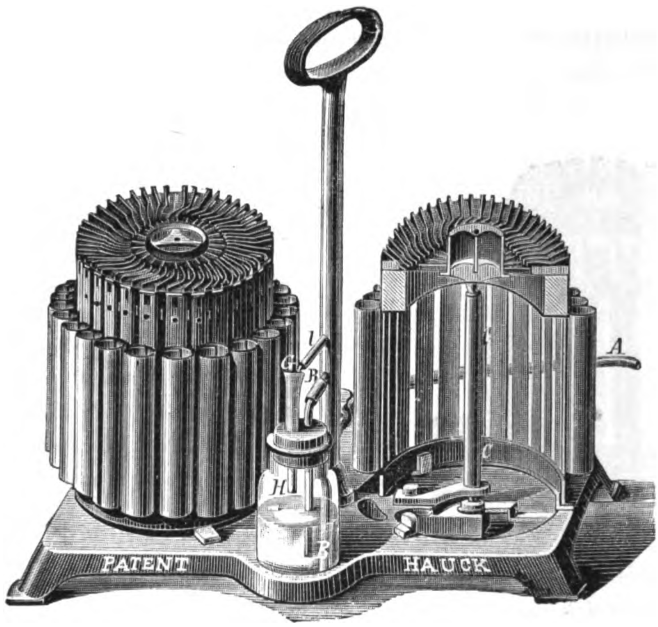


Fig. 120.

Die soeben beschriebenen Säulen sind mit 20 Elementen kleinster Gattung versehen und liefern bei mässiger Beheizung per Minute 2·05 cm^3 Knallgas. Da es wichtig ist, die möglichst grösste Zahl von Elementen in einen Ring zu bringen, werden dieselben keilförmig gestaltet und bekommen statt der Heizstifte Metallschuhe von ebenfalls keilförmiger Gestalt oder legen sich die Endfläche isolirt an einen Metallring an, der durch die Flammen erhitzt wird (Fig. 121). Auf diese Weise wird allen Elementen die Wärme gleichförmig zugemittelt, was bei Anwendung von Heizstiften selten geschieht, weshalb manche Elemente zu wenig, die anderen dagegen überhitzt werden. 9 Elemente hinter einander geschaltet geben einen Strom, dessen elektro-motorische Kraft 1 Volt beträgt. 50 Elemente mittlerer Gattung hinter einander geschaltet besitzen einen Widerstand von 1 Ohm, was dem Umstande zuzuschreiben ist, dass nicht Drähte, sondern Blechstreifen, deren Enden

der innigen Berührung wegen dort, wo sie eingegossen werden, mannigfaltig gespalten sind, angewendet werden, und weil ferner die Elemente nicht durch Löthen, sondern durch den Guss selbst mit einander vereinigt und mit den Ableitungsstreifen verbunden sind. Ausserdem darf gewiss den veränderten Mischungsverhältnissen und neueren Zusätzen zu der Legirung ein günstiger Einfluss zugeschrieben werden.

Nebst dem Verfasser hat sich auch noch Gustav Řebiček in Prag eingehend mit der Vervollkommnung der Noë'schen Elemente beschäftigt und brachte derselbe auch eine reiche Zusammenstellung von Sternsäulen (Fig. 119) zu zwei und vier auf einem Brette mit den entsprechenden Bunsenbrennern zur Ausstellung. Eine Säule zu 20 Elementen, die Herr Řebiček mit rundem oder quadratischem Querschnitte herstellt, liefert einen Strom von 1·9 bis 2 Volts Spannung; dabei beträgt der innere Widerstand nur 0·6 Ohms und sollen einzelne Säulen, im Stande sein, eine noch grössere elektro-motorische Kraft

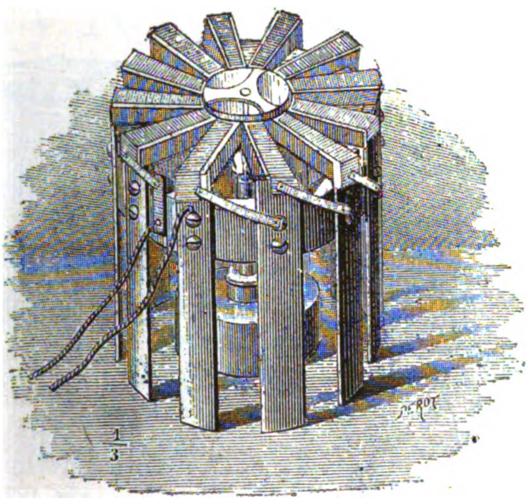


Fig. 121.

entwickeln zu können, was Řebiček dem Umstande zuschreibt, dass er dem elektro-negativen, in Blechform angewendeten Metalle 1—2% Kobalt zusetzt. Die kleinsten Elemente haben 7 *mm* Seite, die grösseren 20 *mm*. Die letzteren sind mit zwei Heizstiften und mit zwei Streifen des elektro-negativen Metalles versehen. Eine 50elementige Säule, die 4·5 Volts Klemmenspannung liefert und 0·77 Ohms Gesammtwiderstand besitzt, braucht in der Stunde 0·4—0·5 m^3 Gas.

Daniel Lautensack, gleichfalls in Wien ansässig, war der einzige, welcher eine für Kohlenheizung brauchbare Säule ausgestellt hatte. Trotz wiederholter Bemühungen ist es dem Verfasser leider nicht gelungen, Näheres über die Zusammensetzung der Legirung, die elektro-motorische Kraft und den Widerstand zu erfahren; dass sie aber nicht besonders günstige Resultate liefern konnte, das musste mit Rücksicht auf die bedeutende Wärmeausstrahlung jedem Fachmanne klar werden.

Die Säule hatte die Gestalt eines Ofens, um dessen Wand ringsum die Thermo-Elemente angeordnet waren, deren elektro-positives und negatives Metall durch Guss hergestellt wird. Angeblich wurde der Strom zu galvanoplastischen Arbeiten verwendet und sollen auch Versuche mit Glühlichtlampen gemacht worden sein.

Nur eine Säule, deren Erfinder ein Ausländer (Franzose) ist, war in der Ausstellung vorhanden; der Vollständigkeit wegen wollen wir zum Schlusse unseres Berichtes auf deren Beschreibung kurz eingehen. Die Fig. 122 zeigt einen Kranz dieser Elemente *A*, die gleichzeitig gegossen werden, wodurch eine Kette 1—20 gebildet wird, ohne dass an den mit Ziffern bezeichneten Stellen Löthungen erforderlich wären. Mehrere dieser Kränze werden auf einander gelegt, wobei durch Zwischenlagen von Asbest dafür gesorgt ist, dass eine genügende Isolirung stattfindet. (Fig. 123.)

Ursprünglich stellte Clamond in Gemeinschaft mit Mure die Elemente aus Schwefelblei her; später aber wendete er sich der Zink-Antimon-Legirung zu.

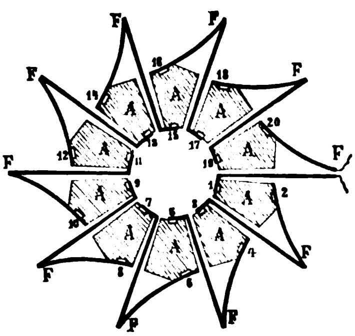


Fig. 122.

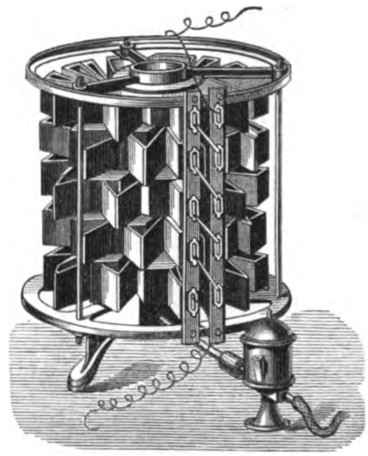


Fig. 123.

Von der Benützung des Neusilbers ging er in Folge verschiedener Erfahrungen ab und ersetzte es durch Weissblech.

Die überstehenden Theile der Weissblechstreifen, welche Flügel *F* bilden, dienen dazu, die nöthige Kühlung zu besorgen. Die Anordnung von Kühlstreifen nach dem Vorbilde Noë's ist unstatthaft, da mehrere Kränze über einander aufgethürmt durch einen Brenner geheizt werden, der aus einem entsprechenden Rohre besteht, aus dem kleine Flämmchen gegen die Elemente heraus brennen. Nach Müller-Pfaundler verbraucht eine Säule von 100 Elementen 230 *l* Gas in der Stunde und liefert dabei, wenn der innere Widerstand 1 *SE* beträgt, einen Strom von 23 Jacobi-Siemens-Einheiten. 4 derartige Säulen, jede zu 400 Elementen, sollen bei einem stündlichen Verbrauche von 3·2 m^3 Gas gegen 50 Bunsen-Elemente ersetzen können.

DIE

GALVANOPLASTIK

VON

RICHARD REUTER
ELEKTROCHEMIKER.

11

Um meine Wahrnehmungen über das, was auf der Wiener internationalen elektrischen Ausstellung speciell auf dem Gebiete der Galvanoplastik geboten wurde, zur Mittheilung zu bringen, scheint es mir am zweckmässigsten, in Kürze im Allgemeinen ein Bild dieser Industrie zu entwerfen und geeigneten Ortes auf das Wenige, was auf der Ausstellung zur Anschauung gebracht wurde, hinzuweisen.

Unter Galvanoplastik im weiteren Sinne versteht man das Verfahren, zusammenhängende Niederschläge von Metallen aus ihren wässerigen Salzlösungen durch den elektrischen Strom auszuscheiden. Je nach den Hauptzwecken, welche man erreichen will, zerfällt das Gebiet der Galvanoplastik in zwei Unterabtheilungen u. z.:

1. in die Galvanostegie und
2. in die eigentliche Galvanoplastik.

Bei der Galvanostegie handelt es sich darum, irgend einen Gegenstand mit einer stärkeren oder schwächeren Metallschichte auf galvanischem Wege so zu überziehen, dass der Niederschlag mit der Unterlage ein compactes Ganze bildet; bei der eigentlichen Galvanoplastik besteht der Endzweck hingegen darin, den ausgeschiedenen Niederschlag von der Unterlage abzutrennen, wodurch so zu sagen ein Metallgegenstand gebildet erscheint, der genau die negative Form des genommenen Originales zeigt; selbsverständlich müssen diese Niederschläge stärker sein, als die ersteren.

I. Galvanostegie.

Die erste Bedingung für das Gelingen guter, cohärenter Metallniederschläge liegt in den Vorarbeiten, welche an den zu galvanisirenden Gegenständen vorzunehmen sind; ich setze voraus, dass man in Bezug auf deren Oberfläche tadellose Objecte vor sich hat, denn nur so darf man ein gutes Resultat erhoffen, da die kleinsten Fehler an den Waaren nach der Galvanisirung noch viel greller und sichtbarer hervortreten.

In den meisten Fällen handelt es sich darum, Gegenstände aus mehr oder weniger leicht oxydirbaren Metallen, welche auch in Folge dessen oft ein unansehnliches Aeussere besitzen, mit edleren Metallen zu überziehen. Man bezweckt damit nicht blos den ersteren ein schöneres Aussehen zu verleihen, sondern auch ihr Verhalten während des Gebrauches analog jenem des edleren Ueberzuges zu gestalten, was aber nur insolange der Fall sein wird, als diese obere Schichte nicht abgenützt ist; aus diesem Grunde muss man dafür Sorge tragen, dass der Metallüberzug nicht nur gut auf der Unterlage haftet, sondern dieselbe auch mit einer entsprechend starken Schichte dieses Edelmetalls versehen ist.

Die Arten der Vorarbeiten (D e c a p i r u n g), welche an den mit einem Metalle zu deckenden Gegenständen vorgenommen werden müssen, hängen von der Natur des Metalles ab, aus welchem das zu galvanisirende Stück besteht. Kupfer und seine Legirungen, also Messing, Tombak, zum Theile auch Neusilber (Pakfong, Alpacca), müssen anders vorbereitet werden, wie etwa Zink, Eisen oder Stahlgegenstände. Besprechen wir zunächst die ersteren, da es gerade diese sind, die in der Praxis am häufigsten vorkommen.

Zumeist haftet an den Gegenständen vom vorhergehenden Schleifen noch Fett, welches vor Allem entfernt werden muss. Die erste Operation ist daher das E n t f e t t e n der Waare, welches am besten durch Kochen in Potasche- oder Aetzlauge geschieht; die auf solche Weise herbeigeführte Verseifung des anhaftenden Fettes bedingt ein Abspülen und Abbürsten in reinem Wasser. Manchmal geschieht die Entfettung durch schwaches Glühen, wobei das Fett verbrannt wird. Dieser Vorgang ist jedoch weniger zu empfehlen, da zarte Objecte hiedurch nur zu leicht verdorben und selbst massivere durch Ausglühen weicher werden und in Folge dessen an Widerstandsfähigkeit verlieren.

Sind die Waaren vom Fett befreit und getrocknet, so haben dieselben in der Regel dann verschiedene saure Flüssigkeiten zu passiren, und zwar zuerst ein mit Schwefelsäure versetztes Wasser (nach Umständen 1—10% Schwefelsäure), worin sie je nach der Concentration der Flüssigkeit und nach Erfordernis mehrere Stunden und selbst noch länger zu verbleiben haben. Solche schwach saure Bäder werden B e i z e n genannt. Das Beizen ist namentlich bei jenen Gegen-

ständen unerlässlich, die durch Glühen entfettet wurden. Da die Waaren noch heiss in die Beize kommen, erscheint ein directes Erwärmen dieser Flüssigkeiten unnöthig. (Es ist a priori einleuchtend, dass warme Beizen rascher als kalte wirken.)

Nach vorherigem Abspülen in reinem Wasser und Abtrocknen kommen die Gegenstände in die sogenannte Brenne, das ist zumeist ein Gemisch von gleichen Theilen concentrirter Salpeter- und Schwefelsäure, welchem häufig noch ein kleiner Zusatz von Kochsalz und Kienruss beigegeben wird. Da concentrirte Säuren die Metalle stark angreifen, so müssen die zu galvanisirenden Gegenstände durch diese Brenne rasch durchgezogen und dann sofort wieder in reinem, in reichlicher Menge vorhandenem Wasser unter fortwährender Bewegung neuerdings abgespült werden. Wenn kein fliessendes Wasser zu Gebote steht, ist es am besten die Waaren in mehreren hinter einander aufgestellten grossen, mit Wasser gefüllten Gefässen durchzuziehen; das Wasser kann nicht oft genug durch neues ersetzt werden. Um jede Spur von Säure zu entfernen, versetzt man auch mit Erfolg eines der letzten Waschwässer mit einem kleinen Zusatze von Ammoniak.

Die Waaren müssen die Brenne ganz rein und fleckenlos verlassen und ein blankes, schön metallisches Aussehen zeigen, wenn man nicht absichtlich ein mattes Korn zu geben wünscht. Für letzteren Fall ist statt der beschriebenen Glanzbrenne die sogenannte Mattbrenne zu wählen, welche weniger Schwefelsäure enthält und mit schwefelsaurem Zink (Zinkvitriol) versetzt ist.

Wo es angeht, werden nachher die Waaren auch noch durch mechanische Mittel gereinigt; dies erfolgt durch Abreiben mit feinem Sande oder Bimsteinpulver, mit Hilfe steifer Bürsten. Nach wiederholtem Waschen und raschem Durchziehen durch eine sehr verdünnte Quecksilberlösung (Verquickungsflüssigkeit) werden die Gegenstände schliesslich in das eigentliche Bad gebracht.

Die Decapirung von Gegenständen aus Silber, bei denen es sich nur um nachherige Vergoldung handelt, wird durch Glühen und Abbeizen in verdünnter Schwefelsäure bewirkt. Durch das Glühen wird das mit dem Silber legirte Kupfer oberflächlich oxydirt und das Oxyd durch die Säure gelöst, wodurch eine Schichte Feinsilber hervorgebracht wird. Nach erfolgtem Waschen werden diese Waaren, wenn zulässig, auch mechanisch gereinigt, um dann in's Goldbad gebracht zu werden.

Auch die Reinigung von Zink, Eisen und Stahl etc. geschieht durch Abbeizen mit Schwefelsäure. Sollen diese Metalle versilbert oder vergoldet werden, so ist es geboten, um gut haftende Niederschläge zu erhalten, sie vorerst zu verkupfern.

Es kann nicht genug hervorgehoben werden, dass hauptsächlich von einer gründlichen Decapirung das feste Haften des später hergestellten Metallüberzuges abhängig ist.

Auf der Ausstellung konnte die Decapirung mit Ausnahme der mechanischen Reinigung nicht gut zur Anschauung gebracht werden, denn die Einwirkung von Säuren auf Metalle ist stets mit einer Entwicklung von Dämpfen verbunden, welche nicht nur einen unangenehmen Geruch verbreiten, sondern ausserdem noch gesundheitsschädlich sind. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, diese Operationen entweder im Freien oder in gut abziehenden Räumen vorzunehmen.

Wir gelangen nun zum eigentlichen Galvanisiren und wollen namentlich das Versilbern, Vergolden, Verkupfern und Vernickeln näher in's Auge fassen.

Zum directen Versilbern eignen sich, wie schon erwähnt, Kupfergegenstände oder Legirungen, die Kupfer zu ihrem Hauptbestandtheil haben, also: Messing, Neusilber etc. Die in Verwendung stehenden Silberbäder enthalten zumeist das Doppelsalz Cyansilber-Cyankalium (Kalium-Silbercyanid).

Am einfachsten bereitet man sich diese Versilberungs-Flüssigkeit, wenn man in eine wässerige Lösung von salpetersaurem Silber (Höllenstein) so lange in Wasser gelöstes Cyankalium zusetzt, bis sich der aus Cyansilber bestehende weisse, käsige Niederschlag im Ueberschusse von Cyankalium wieder gelöst hat, worauf noch eine kleine Quantität von Cyankalium zugesetzt wird. Die Flüssigkeit wird erwärmt, nachher filtrirt und ist auf 5^0 Beaumé mit Wasser verdünnt, zum Gebrauche fertig. Es wird sich aber bei dieser Procedur nicht nur das Doppelsalz Cyansilber-Cyankalium, sondern nebstbei auch noch Kalisalpeter bilden, welcher in der Flüssigkeit gelöst bleibt, und unter Umständen dadurch schädlich wirken kann, dass er das elektrische Leitungsvermögen der Silberlösung verringert.

Verwendet man, wie dies namentlich früher häufig geschah, Chlorsilber zur Bereitung des Silberbades, indem man zu einer Höllensteinlösung so lange Salzsäure oder Kochsalzlösung giesst, bis kein Niederschlag mehr entsteht, wäscht dann das so gebildete, im Wasser unlösliche Chlorsilber gut aus, und löst schliesslich dasselbe in Cyankalium auf, so hat man auch nichts anderes erreicht, als auf einem längerem Umwege die Bildung des Doppelsalzes Cyansilber-Cyankalium veranlasst, daneben aber auch noch Chlorkalium erhalten, welches jedoch ebenso nachtheilig wirkt, wie im obigen Falle der Salpeter.

Dem Uebelstande der Gegenwart dieser Kaliumsalze im Versilberungsbade, kann dadurch begegnet werden, dass man folgenden Weg einschlägt: Man setzt einer wässerigen Höllensteinlösung vorsichtig nur so lange Cyankalium zu, als noch ein Niederschlag entsteht, d. h. bis alles Silber sich als Cyansilber ausgeschieden hat, ohne einen Ueberschuss von Cyankalium genommen zu haben, wäscht das Cyansilber dann gut mit destillirtem Wasser aus, wodurch der entstandene und in Lösung verbliebene Kalisalpeter gänzlich beseitigt wird und löst schliesslich den gewaschenen Niederschlag in Cyankalium.

Es sei hier noch erwähnt, dass man sowohl zum Lösen des Höllensteins wie des Cyankaliums nur destillirtes Wasser verwenden soll und dass alle angewendeten Präparate möglichst rein zu sein haben; dies gilt nicht nur bei der Anfertigung des hier beschriebenen Silberbades, sondern überhaupt bei Herstellung aller, auch der später erwähnten Lösungen.

An dieser Stelle will ich namentlich auf die Collectiv-Ausstellung elektrochemischer Präparate hinweisen, welche die meisten bei der Galvanoplastik in Verwendung kommenden chemischen Producte und auch manches Neue, wie z. B. das von Victor Alder in Wien exponirte Cyankupferkalium und Cyanzinkkalium, zur Anschauung brachte.

Es erübrigt noch das Wichtigste über die Einrichtung der für galvanoplastische Zwecke nothwendigen Apparate anzuführen.

Die Flüssigkeit, also im gegebenen Falle die Silberlösung, kommt in ein entsprechendes Gefäss aus Glas oder Thon (früher wurden auch vielfach mit Guttapercha dicht ausgefütterte Holzgefässe verwendet), über welches drei Stäbe aus Messing oder Kupfer (letzteres leitet den elektrischen Strom besser) in gleicher Entfernung gelegt werden (Fig. 124). Die äusseren Stäbe *AA* werden unter einander und mit dem positiven Pole einer Batterie oder einer anderen Stromquelle durch den Leitungsdraht *L* verbunden, während der mittlere *WW* mit dem negativen Pole durch *L* in leitendem Contact gebracht wird. Senkt man nun, am besten an Platindrähte befestigte, Feinsilberbleche in die Flüssigkeit ein und hängt dieselben so an die äusseren Stäbe, dass die Bleche, ohne unten anzustossen, ganz von der Flüssigkeit bedeckt sind, bringt ferner auf den mittleren Stab die vorher gut decapirten, an Kupfer- oder anderen leitenden Metalldrähten angebundenen Waaren frei hängend zwischen den Silberblechen in das Bad, ohne jedoch diese zu berühren, so werden sich die Gegenstände mit einer Schichte Feinsilber überziehen, welche desto stärker wird, je länger die zu galvanisirenden Objecte in der Lösung verbleiben. Der elektrische Strom zerlegt die Bestandtheile der Flüssigkeit derart, dass sich am negativen Pole (Kathode), also auf den Waaren, metallisches Silber ausscheidet, während sich vom positiven Pole (Anode), also von den Silberblechen, so viel auflösen wird, als sich auf den Gegenständen Silber niedergeschlagen hat. Es ist daher erklärlich, dass bei dieser Einrichtung die Flüssigkeit gleich reich an Silber bleibt; sie gibt auf die Gegenstände Silber ab, um dasselbe Quantum von den Anoden wieder zu lösen. Werden letztere zu schwach, so müssen sie wieder durch neue ersetzt werden. Nimmt man hingegen als Anoden statt der Silberbleche solche aus Platin, so wird die Flüssigkeit immer ärmer und ärmer an gelöstem Metalle, da das Platin unverändert bleibt, und es muss, wenn man fortarbeiten will, neue Silberlösung in Anwendung kommen. Aus dem Gesagten ist leicht zu entnehmen, dass der erstere Weg der weitaus empfehlenswerthere ist.

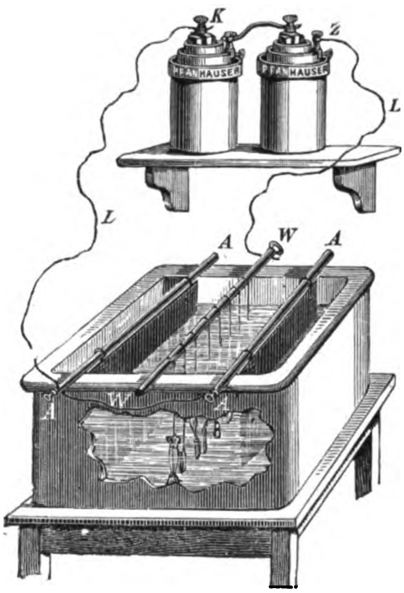


Fig. 124.

Man wird mit sorgfältig angefertigten Bädern, wenn man dieselben rein hält, ab und zu filtrirt, ihnen nach Bedarf wieder Cyankalium zuführt, eine Reihe von Jahren ohne Störung fortarbeiten können, wenn die nachfolgenden Vorschriften beobachtet werden:

Wie schon bemerkt, soll die Concentration nicht über 5° Beaumé sein; man wird daher gut thun, sich hievon von Zeit zu Zeit durch Prüfung mit dem Aräometer zu überzeugen, um das verdunstete Wasser unter beständigem Umrühren wieder zu ersetzen. Die Temperatur der Bäder soll nie unter 15—20° C

sinken, da wärmere Lösungen leichter das Metall ausscheiden, als kältere. Die Grösse der Anoden soll annähernd mit den Flächen der zu galvanisirenden Waaren (Kathoden) übereinstimmen. Der Strom darf nicht zu schwach und auch nicht zu stark sein; im ersteren Falle würde der Process zu langsam vor sich gehen, im letzteren der Niederschlag rauh und körnig werden.

Die Einschaltung eines Galvanometers (Fig. 125), d. i. eines Instrumentes, welches die Stärke des Stromes anzeigt, ist, wie aus Gesagtem erhellt, sehr nothwendig. Es ist dies eine Magnetnadel, die bekanntlich durch den elektrischen Strom desto mehr abgelenkt wird, je stärker derselbe ist. Ein zu starker Strom liefert aber einen grobkörnigen Niederschlag, weshalb für den Fall, als das Galvanometer zu grosse Stromstärke anzeigen sollte, eine Abschwächung vorzunehmen ist. Diesen Zweck kann man dadurch erreichen, dass man, wenn Batterien verwendet werden, einen Theil derselben ausschaltet oder die Füllung derselben verdünnt; bei Anwendung von elektrischen Maschinen als Stromquelle müsste entweder der Gang derselben verlangsamt oder die Concentration der Bäder reducirt, oder endlich die Flächen der Anoden verringert, die der Kathoden vergrössert werden.

Alle diese Mittel sind mehr oder weniger umständlich und es empfiehlt sich ein anderer sicherer Ausweg, nämlich den Strom dadurch zu schwächen, dass man



Fig. 125.

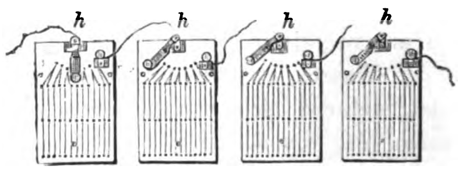


Fig. 126.

1. ihn zwingt, einen längeren Weg zu passiren, und 2. für die Drähte selbst dünneres und weniger gut leitendes Materiale, also statt Kupfer oder Messing, beispielsweise Neusilber wählt.

Diesem Zwecke dient nun der Stromschwächer (Fig. 126), welcher in die Leitung eingeschaltet wird. Durch Drehen des Hebels *h* nach rechts, zwingt man nämlich den elektrischen Strom, einen längeren Weg durch einen dünneren Draht aus schlechter leitendem Metall (Neusilber) zu nehmen, und vermag so, den Strom nach Bedarf zu schwächen. Eine Drehung des Hebels *h* nach links wird den entgegengesetzten Effect erzielen.

Wo ein solcher Stromschwächer nicht ausreicht, können mehrere in Verwendung kommen.

Es wird sich begreiflicher Weise, bei Fällungen von edlen Metallen hauptsächlich darum handeln, eine bestimmte Quantität derselben auf die zu galvanisirenden Gegenstände zu präcipitiren. Man sollte nun glauben, es genüge, um genau das Quantum niedergeschlagenen Silbers oder Goldes zu erfahren, die Waaren vor und nach dem Galvanisiren zu wiegen und die Differenz als Gewicht des Niederschlages zu betrachten. Hiebei darf man aber nicht vergessen, dass durch das vorherige Decapiren die Gegenstände nicht unerheblich an Gewicht verloren haben, und dass es überhaupt nicht thunlich ist, die bereits decapirten Objecte

zu wiegen, weil sich diese wieder an der Luft oxydiren. Es empfiehlt sich daher, die Waaren vor dem Einhängen in das Bad unter Wasser zu wiegen und sich von Zeit zu Zeit von dem Fortschreiten des Processes zu überzeugen.

Hat man nur gleichartige Objecte vor sich, z. B. mehrere Dutzende von Löffeln gleicher Grösse, die mit einer vorgeschriebenen Silberquantität zu versehen sind, so genügt es, vorausgesetzt dass alle Anordnungen richtig getroffen sind, ein oder zwei Stücke zu wiegen, da in der gleichen Zeit jeder Löffel gleich viel Silber aufnehmen wird. — Die Fig. 127 veranschaulicht ein Silberbad, in welchem Bestecke hängen. In der Leitung sind Galvanometer und Stromschwächer eingeschaltet und am Nebentische befindet sich eine hydrostatische Wage, auf welcher ein Probelöffel in Wasser hängend, abgewogen wird.

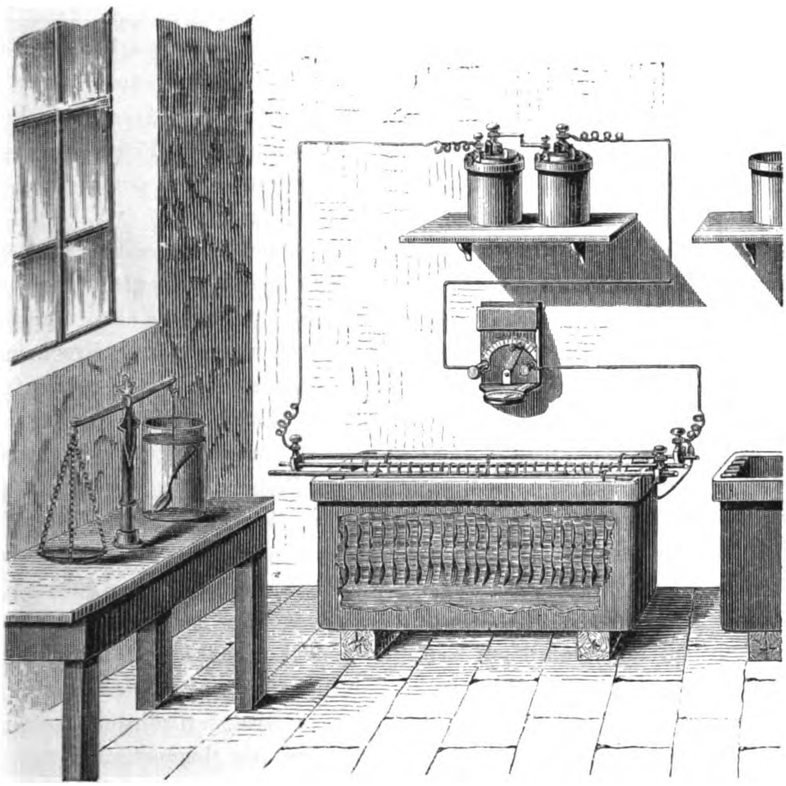


Fig. 127.

Man muss, um Fehler zu vermeiden, beim Wägen von hohlen Gegenständen darauf bedacht sein, dass alle inneren Räume mit Flüssigkeit gefüllt sind. Die Beschaffenheit der Objecte macht dies manchmal recht schwierig oder geradezu unmöglich; sind aber die Oberflächen solcher Gegenstände der Grösse nach bekannt, so genügt es, einen anderen flachen Gegenstand ohne Hohlraum, dessen Oberfläche gleichfalls ermittelt ist, also z. B. einen Löffel, gleichzeitig in's Bad einzuhängen und diesen letzteren vor, und öfter während des Versilberns zu wägen, um dann aus dem ermittelten Gewichte einen Schluss über das Quantum des auf dem anderen Gegenstande niedergeschlagenen Edelmetalles ziehen zu können.

Im Allgemeinen muss bemerkt werden, dass durch diese Wägungen in Flüssigkeiten keineswegs mathematisch genau das gefällte Metall bestimmt ist; denn durch das Versilbern (oder im Allgemeinen durch ein Ueberziehen von Metallen) nehmen die Gegenstände an Volumen zu, verdrängen also jetzt mehr Flüssigkeit, als dies bei der ersten Wägung der Fall war und werden deshalb leichter erscheinen; für practische Zwecke genügt indessen dieser Vorgang vollständig. Man kann auch bei solchen Bestimmungen darauf bedacht nehmen, annähernd diesen Fehler auszugleichen.

Indessen empfehlen sich namentlich bei der Versilberung von Bestecken eigene Wägevorrichtungen, welche es ermöglichen, das Gewicht der in den Bädern befindlichen Gegenstände zu ermitteln. Man besitzt für diesen Zweck bereits auch schon eigens construirte Wagen, welche die Einrichtung besitzen, dass in dem Momente, als das gewünschte Gewicht des Metalles niedergeschlagen ist, der Strom unterbrochen wird; verbleibt auch dann noch die Waare länger in der Lösung, so kann keine weitere Fällung stattfinden. Auch gibt es Vorrichtungen, wobei durch elektrisches Glockensignal die Beendigung des Processes angezeigt wird. Es würde mich zu weit führen, alle die Apparate näher zu beschreiben und ich muss mich hier mit dem blossen Hinweise begnügen.

Die Metalllösungen sind, und das gilt namentlich von grossen Flüssigkeits-Quantitäten in den verschiedenen Schichten, nicht gleich concentrirt; es liegt in der Natur der Sache, dass die unteren Schichten schwerer, also metallreicher sind, als die oberen. Es entstehen aber dadurch oft unangenehme Erscheinungen. Hängt nämlich der untere Theil eines Gegenstandes in einer concentrirteren Flüssigkeitsschichte, als der obere, so wird die Waare streifig werden; es ist daher in diesem Falle gerathen, die Gegenstände umzuhängen oder besser die Flüssigkeit oder die Waaren selbst während des Processes zu bewegen.

Die Firma R o b e r t P l a g é's N a c h f o l g e r (Moriz Nackh) in W i e n brachte ein Modell zur Anschauung, wodurch die im Bade eingehängte Waare dadurch in verschiedene Flüssigkeitsschichten gebracht wurde, dass das Silberbad (circa 15 Liter) auf der einen Wagschale einer sogenannten Lyoner-Wage stand, während auf der anderen Schale ein mit Flüssigkeit gefülltes gleiches Gefäss ruhte, um die Wage im Gleichgewichte zu erhalten. Es wurde nun der Wagbalken durch eine excentrische Vorrichtung mittelst eines Elektromotors in leise, fortwährend schwingende Bewegung versetzt, wodurch sich das Bad, in dem die Gegenstände frei hingen, hob und senkte. Des Ferneren diente zur Gewichtsbestimmung des Silbers eine zweite Wage, an deren einem Wagbalkenende die zu versilbernden Bestecke frei im Bade hingen, während das andere Wagbalkenende mit einer Schale zum Auflegen der Gewichte versehen war. Waren die Bestecke mit der gewünschten Silberauflage versehen, so war das Gleichgewicht erreicht und damit auch der Contact mit einem Glockensignale hergestellt, welches sofort functionirte.

In grossen Etablissements mit Motorenbetrieb bewegt man durch excentrische Vorrichtungen die Waaren im Bade; hiebei ist nur zu beachten, dass letztere weder die Anoden berühren, noch ausserhalb der Flüssigkeit kommen.

Die V e r g o l d u n g, V e r k u p f e r u n g und V e r m e s s i n g u n g ist analog der Versilberung; letztere ist jedoch der grösseren Wichtigkeit halber ausführlicher

erörtert worden, und gilt alles Angeführte in der Hauptsache auch für die übrigen Metallbäder.

Selbstverständlich wird man bei der Vergoldung ein Goldsalz (Chlorgold), bei Verkupferung ein Kupfersalz (Kupfervitriol oder Grünspan), und endlich beim Anfertigen eines Messingsbades ein Kupfer- und Zinksalz unter Anwendung von Cyankalium zur Bereitung der Solution nehmen müssen. Desgleichen sind für erstere Gold-, für die Verkupferung Kupfer-, und endlich für Messingbäder Messing-Anoden zu verwenden.

Bei Vergoldungen muss hervorgehoben werden, dass oft bestimmte Farbentöne gewünscht werden. Will man eine röthliche Färbung, dann muss dem Goldbade auch eine entsprechende Quantität Kupferlösung zugesetzt werden; desgleichen bedient man sich in diesem Falle Gold-Anoden, die mit Kupfer legirt sind. Je höher der Gehalt an Kupfer in der Flüssigkeit und in der Anode ist, desto röthlicher fällt die Vergoldung aus. Eine grünliche Farbe erzielt man durch Zusatz einer minimalen Menge von Silber.

Bei der Vermessingung hat man in ganz ähnlicher Art vorzugehen; je kupferreicher Bad und Anoden sind, desto röthlicher, je mehr Zink die Flüssigkeit und die eingehängten Anoden enthalten, desto lichter wird der abgeschiedene Niederschlag ausfallen.

Vergoldungs-Flüssigkeiten werden vielfach warm verwendet und häufig nimmt man hiebei statt der Gold-Anoden solche aus Platin. In letztem Falle muss man, wie schon bei der Versilberung erwähnt wurde, die Flüssigkeit, weil dieselbe bei fortgesetztem Gebrauche immer ärmer an Gold wird, häufig erneuern, oder aber durch Zugabe frischer und concentrirter Goldsolution das verbrauchte Metall wieder ersetzen.

Bei Goldbädern kommen auch häufig Zusätze verschiedener Art in Anwendung, so z. B. phosphorsaures Natrium, kohlensaure Alkalien, Aetzkali etc. etc. In der Regel ist bei Goldlösungen ein schwächerer Strom nothwendig, als bei Zerlegung von Silberflüssigkeiten; es lassen sich indessen hierüber keine bestimmten Vorschriften geben, weil die ürigen Anordnungen mit eine Rolle spielen. Der rationelle Galvaniseur wird erfahrungsgemäss sehr bald nicht nur die beste Stromstärke, sondern auch gleichzeitig die richtige Wahl in der Art der Stromquelle selbst gefunden haben.

Wesentlich verschieden von den oben besprochenen Bädern ist die Anfertigung des Nickelbades. Bei ersteren, also bei Silber-, Gold-, Kupfer- und Messingbädern, bildet, nebst den angewendeten Metallsalzen, das Cyankalium die Hauptrolle. Letzteres Präparat eignet sich jedoch nicht zur Anfertigung von Nickelbädern, für welche man fast ausschliesslich das schwefelsaure Nickel (Nickelsulfat = Nickelvitriol) oder das Doppelsalz schwefelsaures Nickelammoniak (= Ammoniumnickelsulfat) verwendet und je nach dem Zwecke verschiedene Präparate, als: Citronensäure oder deren Salze (namentlich citronensaures Natrium), Salmiak, Borsäure etc. beimischt.

Zu vernickelnde Gegenstände werden in der Regel vorher durch Benzin entfettet.

Die Nickelbäder sollen möglichst neutral oder nur ganz schwach sauer reagiren, und muss man sich öfters durch Probiren mit Lackmuspapier hievon

überzeugen. Reagirt die Flüssigkeit zu stark sauer, so kann man durch vorsichtiges Zusetzen von Aetzammoniak dem Uebelstande abhelfen; im umgekehrten Falle muss man durch Schwefelsäure seinen Zweck zu erreichen trachten. Alle mit Cyankalium angesetzten Bäder reagiren indessen stets stark alkalisch.

Auf der Ausstellung waren Gold-, Silber-, Kupfer-, Messing-, Nickel-, sogar Kobalt- und auch Platinlösungen und später zu besprechende saure Kupferbäder für die eigentliche Galvanoplastik zur Anschauung gebracht und in Benützung gestanden.

Für Verkobaltung, die analog der Vernicklung durchgeführt werden kann, ist bis jetzt nur geringe praktische Verwendung gefunden; es verdient hervorgehoben zu werden, dass der Kobalt-Niederschlag nicht nur härter, sondern auch weisser als jener des Nickels ist. Bemerkenswerth ist ferner, dass der anzuwendende Strom noch stärker als bei der Ausscheidung des Nickels sein muss.

Platin ist schwierig zu fällen und sind die Bäder sauer anzuwenden. Die Platinirung hat jedoch Zukunft, und wenngleich dieselbe nicht geeignet ist, den Gegenständen ein schönes Ansehen zu verschaffen, so dürfte sich dieselbe doch wegen der hervorragenden Eigenschaften dieses Metalles zu verschiedenen chemischen Zwecken empfehlen.

Auch Zink, Zinn und noch andere Metalle lassen sich auf galvanischem Wege aus ihren Lösungen ausscheiden; ich glaube es jedoch unterlassen zu sollen, die für deren Fällung zu verwendenden Bäder und alle hiezu erforderlichen Bedingungen anzuführen, weil diese Ueberzüge nur eine sehr untergeordnete Anwendung finden.

Man kann sich auch Bäder aller Art auf elektrolytischem Wege herstellen; so werden z. E. Gold-, Silber-, Kupfer-, Messing-Solutionen derart angefertigt, dass man in eine erwärmte Cyankaliumlösung das entsprechende Metall einhängt und mit dem positiven Pole verbindet, während ein Platindraht mit dem negativen Pole einer Stromquelle in Contact gebracht und gleichfalls in die Flüssigkeit getaucht wird. Diese Methoden sind jedoch kostspieliger, als die durch Anwendung von Metallsalzen, und gewähren auch nach anderer Richtung hin keine Vortheile.

Bei Gegenständen, die verunglückt sind oder bei denen es sich aus anderen Gründen darum handelt, den Metallniederschlag zu entfernen, kann man auf ähnliche Weise vorgehen. Als Anode dient das Object und als Kathode ein Draht oder Blech aus Platin.

Es erübrigt mir hier noch zu erwähnen, wie die galvanisirten Waaren, nachdem sie das Bad verlassen haben, also mit dem gewünschten Metallüberzuge versehen sind, weiter behandelt werden müssen.

Jeder galvanische Ueberzug ist als ein Metallgewebe mit sehr feinen Maschen zu betrachten; stark galvanisirte Gegenstände kommen matt aus den Bädern heraus, denn alle Versuche, die Objecte glänzend mit dicken Metallschichten zu überziehen haben bislang mehr oder weniger ungenügende Resultate geliefert.

Die Waaren werden je nach Umständen mit Messing- oder Stahl-Kratzbürsten nass gekratzt, wodurch sie einen Halbglanz erhalten;. hiedurch darf sich, wenn alle Arbeiten richtig vorgenommen wurden, nichts vom Metallüberzuge ablösen. Das Kratzen ist so zu sagen die erste Probe für eine rationell vorgenommene

Galvanisirung. Häufig werden die Gegenstände auch behufs Decapirung gekratzt, namentlich dann, wenn die Waaren in den Bädern sich anfänglich nicht gleichmässig mit dem zu fällenden Niederschlage bedeckten.

Wenn der durch das Kratzen hervorgebrachte Glanz nicht ausreichend erscheint, was namentlich bei versilberten, vernickelten und zum Theile vergoldeten Gegenständen häufig eintritt, müssen die Waaren noch polirt werden.

Durch das Poliren, welches bei versilberten Gegenständen mit harten Stahlwerkzeugen, die in Seifenwasser getaucht und in ihrer Form dem zu bearbeitenden Objecte angepasst sein müssen, wird ein Zerdrücken (Verdichten) der Metallschichte vorgenommen. Die obere Schichte wird dadurch härter und ist auch weniger leicht abnützbar. Es folgt hierauf noch ein Uebergehen mit Blutstein. Vernickelte Gegenstände werden auch auf rasch rotirenden Tuchscheiben unter Anwendung von Wienerkalk polirt.

An dieser Stelle möchte ich noch insbesondere hervorheben, welche grosse Verbreitung versilberte, vergoldete und vernickelte Waaren gefunden haben. Der jährliche Verbrauch des in Europa und Amerika niedergeschlagenen Feinsilbers ist annähernd auf circa 12 Millionen Gulden geschätzt worden!

Solide, hier unter dem Namen China- oder Alpacca-Silber vielfach in Verwendung stehende Bestecke sowie andere Tisch- und sonstige Geräthe haben als Unterlage eine mehr oder weniger weisse Legirung aus Kupfer, Zink und Nickel und sind mit einer starken, auf vieljährige Dauer berechneten Silberdecke belegt. Leider kommt es, zum Schaden dieser Industrie und des kaufenden Publikums, insbesondere in neuerer Zeit vor, dass ganz leicht versilberte Gegenstände, deren Grundmetall noch dazu aus Messing oder aus noch weicheren und noch weniger Widerstand leistenden Compositionen besteht, auf den Markt gebracht werden.

Auch der Verbrauch an Gold behufs Vergoldung ist ein bedeutender und in die Augen springender, wenn man sich vergegenwärtigt, was nur die Bronce-Industrie allein an Gold consumirt.

Manchmal handelt es sich darum, Silber oder versilberte Gegenstände theilweise zu vergolden. Der hiebei einzuschlagende Weg hängt von der Form des Objectes ab; so kann z. B. ein Pokal, der nur innen zu vergolden ist, erst versilbert und dann dadurch innen vergoldet werden, dass man Goldlösung in denselben einfüllt, eine Gold-Anode so einhängt, dass sie frei in der Flüssigkeit hängt und diese mit dem positiven Pole einer Stromquelle verbindet, während der Gegenstand selbst leitend mit dem negativen Pole in Contact gebracht wird.

Sollen bloss einzelne Stellen eines Objectes vergoldet werden (sogenannte Ziervergoldung), so müssen (nachdem die Gegenstände beispielsweise ganz versilbert worden) jene Stellen, wo keine Vergoldung gewünscht wird, mit einer nicht leitenden Schichte überzogen werden. Man wendet hiezu Lacke an, bemalt mit denselben die weiss zu bleibenden Stellen und hängt nach dem Trocknen den ganzen Gegenstand in das Goldbad; hiebei werden sich nur die vom Lack frei gebliebenen Stellen mit einer Goldschichte überziehen. Nach beendeter Operation wird der Lacküberzug entfernt. Als Lack wird vielfach Asphalt verwendet, dem ein aliquoter Theil von Mastix zugegeben wird, das Gemisch geschmolzen und diese Masse mit einer entsprechenden Quantität Terpentinöl verdünnt.

Es muss bei ziervergoldeten Gegenständen, nach welchen in letzterer Zeit nicht unbedeutende Nachfrage ist, um bei denselben einen gewissen Effect hervorzubringen, schon in der Zeichnung (Gravirung) darauf Rücksicht genommen werden. Das Bemalen mit dem Lacke selbst soll mit vieler Accuratesse erfolgen.

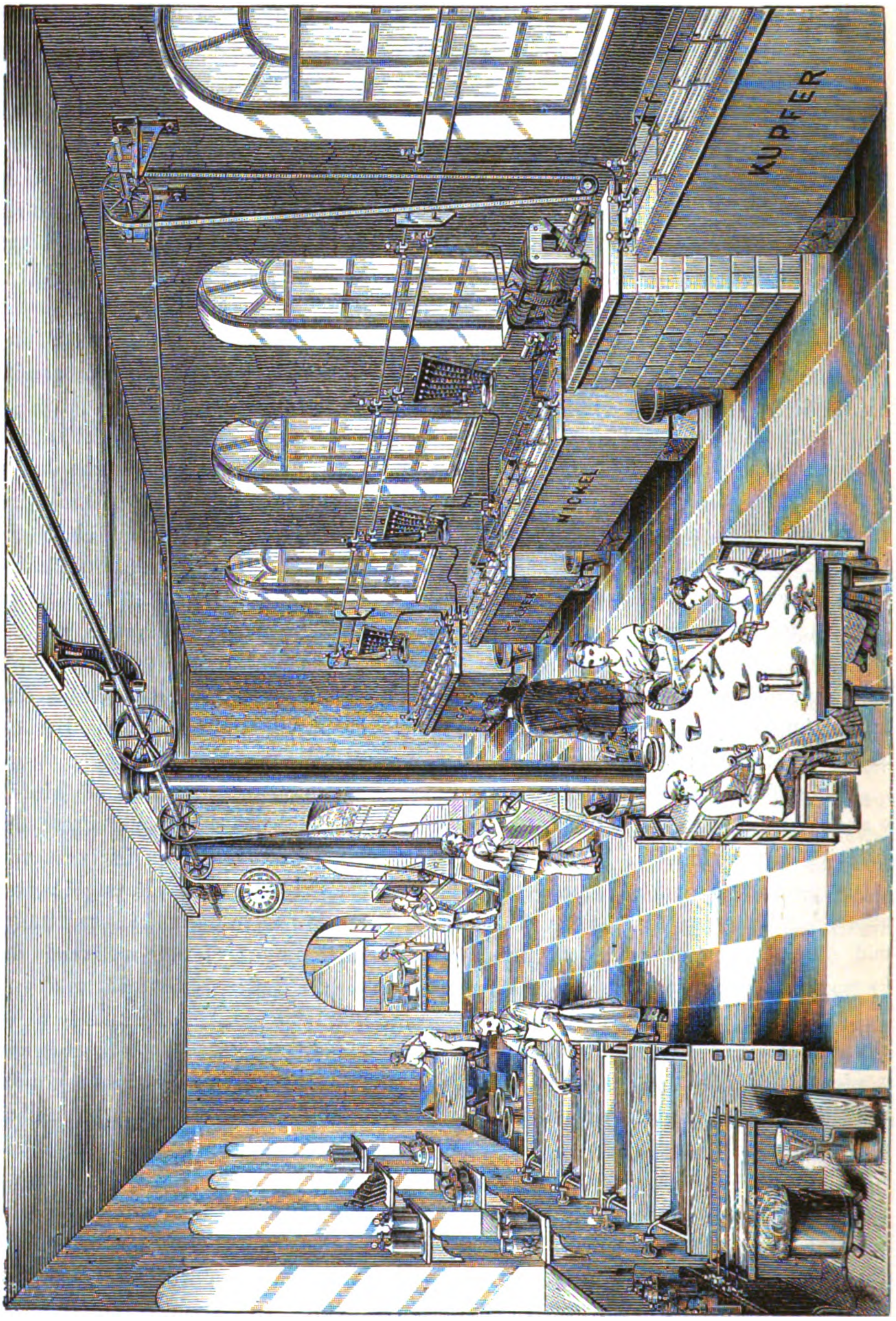


Fig. 128.

Aus vorher Gesagtem ist leicht zu begreifen, dass es möglich ist, auf ein und demselben Gegenstande mehrere Farbennuancen des Goldes zu erzielen, u. zw. gelbe, rothe, grünliche, wobei vor jedem einzelnen Processe neuerdings gedeckt werden muss.

Ab und zu sollen auch Objecte, nebst der partiellen Vergoldung, stellenweise oxydirt (schwarzgemacht) werden, ein Ausdruck, der streng genommen ganz unrichtig ist. Die schwarze Färbung beruht nämlich auf Ueberführung der Silberoberfläche in Schwefelsilber; richtiger sollte also dieser Process Sulfirung heissen. Man bemalt die nicht zu oxydirenden Stellen mit Lack und lässt (ganz analog der Ziervergoldung) nur jene frei, die schwarz gemacht werden sollen. Nach gutem Trocknen des Lackes kommt das Object in eine warme Lösung von Schwefelleber oder Schwefelammonium, wodurch rasch, fast augenblicklich, das Silber oberflächlich in Schwefelsilber umgewandelt wird. Auf diese Weise können recht gelungene Effecte erzielt und Objecte hergestellt werden, die theils versilbert, theils mit verschiedenen Farben vergoldet und endlich oxydirt sind.

An einen guten Lack muss man vor Allem die Bedingungen knüpfen, dass er nicht zu dick- noch zu dünnflüssig sei, um damit leicht decken zu können, dass er ferner so lange auf den aufgetragenen Stellen haften bleibe, so lange sich die Waaren in den Bädern oder Flüssigkeiten befinden, und endlich, dass er wieder leicht beseitigt werden kann, ohne die Objecte selbst zu beschädigen. Der Lack wird in der Regel durch Anwendung eines Lösungsmittels, wie Benzin, Terpentinöl etc. entfernt.

Auch solche partiell vergoldete und oxydirte Gegenstände waren auf der Ausstellung vertreten.

Bevor ich auf die eigentliche Galvanoplastik übergehe, um diese in gedrängter Kürze zu besprechen, sei es mir zum Schlusse des 1. Theiles meines Berichtes gestattet, in Fig. 128 ein Bild einer complet eingerichteten Galvanisirungs-Werkstätte zu geben. Es sind hier Kupfer-, Nickel-, Silber- und Goldbäder vertreten, deren Zerlegung durch eine Dynamo-Maschine als gemeinschaftliche Stromquelle bewerkstelligt wird; ausserdem sind der schon erwähnte Stromschwächer in Verbindung mit Galvanometer in Anwendung gebracht und zwar derart, das bei jedem einzelnen Bade diese beiden Apparate eingeschaltet sind. Es ist auch ein Theil des Decapirens, sowie das Kratzen auf der Hand, und auf rotirenden Circular-Kratzbürsten veranschaulicht.

II. Galvanoplastik.

Wie gleich Anfangs erwähnt wurde, handelt es sich bei der eigentlichen Galvanoplastik um Anfertigung von Niederschlägen, die so stark sind, dass sie von ihrer Form abgetrennt, und als selbsständige Metallgegenstände verwendet werden können. Während es sich bei der Galvanostegie zumeist um eine Ausscheidung von Metallen aus vornehmlich alkalischen Bädern handelt, die zu ihren Hauptbestandtheilen ein oder mehrere in Lösung gebrachte Metallsalze haben, welche durch Anwendung von Cyankalium in Doppelsalze übergeführt sind, hat man es

hier, im Gegensatze zu ersteren, nur mit den einfachen Salzen und zwar in der Regel mit dem schwach sauer reagirenden Kupfervitriol zu thun, aus welchem das Kupfer durch Elektrolyse, also durch Einwirkung des elektrischen Stromes abgeschieden werden soll. Die Concentration dieser letzteren Bäder muss eine höhere sein, nämlich beiläufig 20^0 Beaumé betragen; es muss auch Sorge getragen werden, dass die Metalllösungen auf dieser Stärke erhalten bleiben.

Die Zerlegung des Kupfersalzes geschieht am besten in Thongefässen und ohne Anwendung von Wärme. Im Allgemeinen ist die Anordnung der Apparate dieselbe, wie früher besprochen; als Anoden werden Kupferplatten verwendet, die mit dem positiven Pole der Stromquelle verbunden sind, während die zu verkupfernden Gegenstände oder Matritzen parallel zur Kupfer-Anode frei hängend mit dem negativen Pole in leitende Verbindung gebracht werden. Die Abscheidung des Metalles erfolgt viel leichter, und es ist überhaupt der ganze Process als solcher ein einfacherer.

In der Praxis wird vielfach folgender abgeänderter Weg eingeschlagen:

Man senkt in den mit concentrirter Kupfervitriol-Lösung gefüllten Zersetzungs-Apparat eine in gleicher Höhe stehende poröse, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllte Thonzelle und bringt in letztere ein der Form der Zelle entsprechendes Zinkstück (Zinkplatte, Zinkcylinder u. dgl.), welches den negativen Pol bildet. Verbindet man nun das Zink leitend mit dem zu verkupfernden Gegenstande, der, wie schon gesagt, frei im Bade parallel zum Zink aufgehängt sein soll, so entsteht ein Strom, der eine Ausscheidung von metallischem Kupfer am Waarenpole zur Folge hat. Zweckmässig ist es dabei in die poröse Zelle, nebst der verdünnten Schwefelsäure eine der Zinkfläche entsprechende Quantität von Amalgamirsalz (Quecksilber, welches in einem Gemische von Salpeter und Salzsäure, also Königswasser aufgelöst ist) zu geben, um das Zink nicht unnöthiger Weise rascher verzehren zu lassen. Die Flüssigkeits-Oberflächen im Zersetzungs-Apparate und in der porösen Thonzelle sollen gleich hoch stehen.

In dem beschriebenen Falle ist die Batterie mit der Zersetzungszelle so zu sagen vereint, und da keine Kupfer-Anoden angewendet werden, so muss, wie leicht begreiflich ist, das Bad direct durch Zusatz von Kupfervitriol auf seiner ursprünglichen Concentration erhalten werden, was am besten dadurch geschieht, dass man an der Oberfläche der Flüssigkeit mit Kupfervitriol-Stücken gefüllte Leinensäcke anbringt. Wenn dieses Salz am Boden des Gefässes zu liegen käme, würden sich die concentrirten und daher specifisch schwereren Flüssigkeitsschichten nur unten befinden, ein Nachtheil, auf den schon früher hingewiesen wurde. Bei dicken Niederschlägen, wie dies namentlich in der Plastik vorkommt, ist besonders darauf zu achten, dass man es nicht mit reicheren und ärmeren Flüssigkeitsschichten zu thun hat und ist es daher namentlich bei grösseren Gegenständen nothwendig, dieselben umzuhängen, d. h. den eine Zeit lang nach unten zu stehen gekommenen Theil des Objectes nach oben zu hängen, weil sonst ersterer eine dickere Kupferschichte erhalten würde; durch ein Umhängen der Waare wird dieser Nachtheil annähernd ausgeglichen. Je stärker also überhaupt ein Metallniederschlag werden soll, um so mehr ist es geboten, die Flüssigkeitsschichten gut durch einander zu bringen, was durch Bewegung der zu überziehenden Waaren oder der Flüssigkeit selbst erreicht werden kann.

Die Form der Wannen und ebenso die der porösen Zellen wird am besten in Uebereinstimmung mit der Form der Gegenstände zu bringen sein. Hat man flache, plattenförmige Objecte, so wird man entsprechend längliche, schmälere Gefässe nehmen, bei Büsten u. dgl. werden sich wieder runde Wannen und ebenso geformte Thonzellen am besten eignen, wovon man dann mehrere, dicht neben einander stehende einsenken wird. Selbstverständlich ist es auch bei der Plastik nicht ausgeschlossen, mit elektrischen Maschinen zu arbeiten.

Bei Zerlegung des Kupfersalzes durch den elektrischen Strom scheidet sich, wie schon erwähnt, metallisches Kupfer an der Kathode ab. Arbeitet man mit Anoden, so löst die freigewordene Schwefelsäure von der eingehängten Kupferplatte wieder eine entsprechende Quantität Kupfer auf, und die Bäder werden nicht sauer; arbeitet man nicht mit Anoden, so wird die Flüssigkeit, da die Schwefelsäure als solche in dem Bade verbleibt, nach und nach immer saurer und der Niederschlag in Folge dessen brüchig. In diesem Falle neutralisirt man mit kohlensaurem Kalk (Marmor oder Kreide), wodurch schwefelsaurer Kalk (Gyps) als nahezu unlösliches Pulver ausgeschieden wird, während die Kohlensäure entweicht. Zieht man die Flüssigkeit, nachdem sie sich geklärt, ab, oder filtrirt dieselbe, so wird man mit solchen Bädern ohne Anstand fortarbeiten können. Man kann auch Metallgegenstände in galvanoplastischen, also einfachen, sauren Kupfervitriollösungen mit einer starken Schichte von Kupfer überziehen, wenn man auch nicht bezweckt die Kupferschichte abzulösen, vorausgesetzt, dass man es nicht mit Objecten aus Zink, Eisen oder Stahl zu thun hat. Diese Metalle würden schon beim Eintauchen in das sauere Kupferbad dasselbe derart zersetzen, dass sich die Gegenstände zwar sofort mit einer sehr dünnen Kupferschichte überziehen würden, jedoch in dem Masse, als selbe stärker wird, ihre Cohärenz einbüssen. Erwähnte Metalle müssen daher vorerst in einer im ersten Theile beschriebenen Kupferlösung aus Cyankupfer-Cyankalium bestehend, verkupfert, um dann im galvanoplastischen Kupferbade fertig gestellt zu werden. Auf diese Weise kann man auf billigstem Wege starke Kupferauflagen erhalten.

Wenn es sich aber, wie dies ja der Zweck der eigentlichen Galvanoplastik ist, um Herstellung von der Form ablösbarer Niederschläge handelt, muss man Vorsorge treffen, dass dies auf leichte Weise bewerkstelligt werden kann. Zu diesem Behufe werden, vorausgesetzt, dass die Formen aus Metall bestehen, diese mit einer ganz dünnen Fettschichte versehen, wodurch nach Beendigung der Procedur die zusammenhängende Kupferschichte, also der Abdruck, leicht losgelöst werden kann. Besser aber werden die Matritzen vorerst versilbert, wodurch auch dann ein Ablösen von der Form ermöglicht wird. Hat man es mit nicht leitenden Formen zu thun, so muss man dieselben leitend machen, was wohl in den meisten Fällen. wo es angeht, durch Einreiben mit Graphit geschieht.

Das k. k. Militär-geographische Institut in Wien demonstrirte in äusserst interessanter Weise auf der Ausstellung die einzelnen Stadien, wie aus einem heliographischen Relief, welches mit Graphit leitend gemacht, auf galvanoplastischem Wege zuerst eine davon genommene Tiefdruckplatte und von dieser wieder eine galvanoplastische Hochdruckplatte genommen wird, welch' letztere als Depôtplatte für spätere Nachcopirung zu verwenden ist. Dieses

Verfahren dient als Ersatz für den Kupferstich. Die Abdrücke erfolgen von der Tiefdruckplatte.

Bemerkenswerth ist auch die zur Anschauung gebrachte Methode, wie für Generalstabs-Kartenwerke, Correcturen mit Hilfe der Galvanoplastik durchgeführt werden. Zunächst wird nämlich die Kupferplatte durch Auskochen mit Potaschelösung vom Fett und Schmutz befreit, worauf dieselbe gut mit Wasser abgewaschen und versilbert wird. So vorbereitet beseitigt der Kupferstecher mit dem Stichel die zu corrigirenden Stellen und, nachdem die Platte durch verdünnte Schwefelsäure gezogen wurde, kommt sie ca. 3—4 Tage in den galvanischen Apparat. Nimmt man die Platte nach dieser Zeit heraus, so zeigen sich die ausgehobenen Stellen mit frischem Kupfer ausgefüllt, während sich die Kupferschichte von den versilberten Stellen leicht loslöst. Die Unebenheiten an den ausgefüllten Stellen werden abgeschabt, polirt, und hierauf die Correctur mittelst Gravure vorgenommen.

Wenn man nicht leitende Gegenstände mit Kupfer überziehen (einhüllen) will, so ist es auch Hauptsache, genannte Körper gut leitend zu machen. Dies gilt insbesondere für leicht zu beschädigende oder gebrechliche Stücke oder leicht dem Verderben unterworfene Objecte, als: Glas- und Thonwaaren, feine Holz- und Gypsgegenstände, Thiere, Früchte, Blumen u. dgl. Wenn es die Natur derselben zulässt, geschieht dies ebenfalls durch Einreiben mit Graphit; da aber dieser nicht immer gleich gut haftet, so muss vorher noch eine dünne Firnissschichte und bevor diese noch vollkommen eintrocknet, dann erst der Graphit mit einem Pinsel oder einer Bürste aufgetragen werden. Nicht immer genügt dieser Vorgang. Bei porösen Objecten, welche die Kupferlösung leicht einsaugen würden, ist es nothwendig, dieselben vor dem Graphitiren förmlich mit geschmolzenem Stearin oder Wachs zu tränken und dann erst das Metallisiren mit Graphit vorzunehmen.

Sehr zarte Objecte, Blumen, Blätter, Insecten etc. können überhaupt nicht mit Graphit leitend gemacht werden, sondern müssen in eine Höllensteinlösung getaucht und dann am Sonnenlicht getrocknet werden. Dadurch wird das Silber reducirt und bildet eine dünne leitende Metallschichte; erst dann können diese Gegenstände in's galvanoplastische Bad gebracht werden. Besser ist es jedoch, die Reduction der dünnen Silberdecke mit Wasserstoff vorzunehmen; man kann aber auch so vorgehen, dass man die in salpetersaures Silber getauchten Gegenstände in einem gut verschlossenen Raume frei aufhängt, in welchem am Boden ein Gefäss sich befindet, das in Schwefelkohlenstoff gelösten Phosphor enthält.

Statt eine Reduction vorzunehmen, kann durch Schwefelwasserstoff das Silber in Schwefelsilber verwandelt werden, welches gleichfalls den elektrischen Strom leitet.

In den allerseltensten Fällen wird jedoch das Original selbst zur Herstellung eines Negativs auf galvanoplastischem Wege benützt; in der Regel macht man sich von demselben einen oder mehrere Abdrücke (Formen-Matritzen), die aus Gyps, Leim, Wachs, Stearin, oder einem Gemische aus den beiden letzteren, oder wohl auch aus Guttapercha geformt werden, in die nach hergestellter Leitungsfähigkeit das Kupfer gefällt wird. So gewonnene Niederschläge sind dann sehr leicht abzulösen.

Obgleich es sich in der Galvanoplastik hauptsächlich um Kupfer-Niederschläge handelt, so kommt es dennoch vor, dass auch solche in Silber oder in Gold herzustellen sind. Letztere muss man wohl von versilberter und vergoldeter Kupfer-Plastik unterscheiden.

Von den Ausstellungs-Objecten dieser Gruppe sind ganz besonders hervorzuheben die von der kaiserlich russischen Staatsdruckerei ausgestellten galvanoplastischen Arbeiten. Nicht nur Kupfer-, sondern auch Eisen- und selbst Nickel-Plastik war zur Anschauung gebracht, die wirklich in ihrer Ausführung alles bisher Geleistete weitaus übertraf. Viele der Originalien, von welchen diese Abdrücke stammen, befinden sich im Privat-Arsenal Sr. Majestät des Kaisers von Russland in Zarskoje-Szelo.

Erwähnt zu werden verdienen auch die von Alexander Nikolajewitsch Kowako im Namen der galvanoplastischen Schule in St. Petersburg exponirten Gegenstände.

Karl Kraus in Wien hat schöne galvanoplastische Arbeiten in Kupfer gebracht, und es sind namentlich die zum Unterrichte im Terrain-Zeichnen dienenden plastischen Vorlagen besonders hervorzuheben.

Auch sei an dieser Stelle der Corporativ-Ausstellung der Wiener Firmen: J. Kalmar's Nachfolger (J. Gasterstaedt), elektrotechnische Platir-Anstalt und Wilhelm Pfannhauser, Fabrik chemischer Producte, Apparate und Utensilien für Galvaniseure und Metall-Industrielle und Karl Haas, galvanoplastisches Atelier, gedacht.

Bevor ich meinen Bericht schliesse, hätte ich noch einige Worte über Batterien, Thermosäulen und elektrische Maschinen zur Herstellung galvanischer Ströme, Leitungen etc. anzuführen, da gewiss für den Galvaniseur wie dem Galvanoplastiker diese Dinge von ganz besonderer Wichtigkeit sind. Es würde mich jedoch zu weit führen, wenn ich, betreffs der Batterien, diejenigen auch nur aufzählen würde, die speciell in diesem Industriezweig Verwendung finden. Am häufigsten und verbreitetsten sind zweifellos die Elemente von Bunsen, Daniell und Smee. Bezüglich der Leitungsdrähte möchte ich nochmals hervorheben, dass solche am besten aus Kupfer gewählt werden und dass namentlich die Berührungsstellen stets blank und ganz oxydfrei zu halten sind, damit keine Stromunterbrechungen eintreten können. Leitungsdrähte, Anoden etc. waren auf der Ausstellung in reicher Auswahl und Ausstattung vertreten.

Es waren auch Bäder in Thätigkeit, bei welchen Thermosäulen und Dynamo-Maschinen den Strom lieferten, und es bieten namentlich letztere bei grösseren Unternehmungen und wo es thunlich dieselben anzubringen, resp. wo zu deren Betriebe eine entsprechende Dampf- oder Wasserkraft zur Verfügung steht, grosse Vortheile. Ohne Zweifel sind dieselben den Batterien weitaus vorzuziehen, da erstere nicht nur einen constanteren Strom liefern, sondern auch deren Betrieb wesentlich billiger zu stehen kommt, wozu sich noch der Vorzug gesellt, dass solche Elektrogeneratoren eine grössere Reinhaltung der Arbeitsräume zulassen. Es darf insbesondere nicht vergessen werden, dass die Entwicklung von Gasen und sauern Dämpfen, welche bei Batterien stets vorkömmt, hier vollständig vermieden ist.

Zum Schlusse sei noch einer höchst wichtigen neuen Anwendung des elektrischen Stromes Erwähnung gethan; dieselbe besteht in der Abscheidung und Reingewinnung von Metallen aus deren Erzen. Leider war das auf der Ausstellung hierüber Gebotene auf die Exposition einer einzigen Dynamomaschine beschränkt, welche von der bekannten Firma Siemens & Halske vorgeführt wurde; bedauerlicher Weise war auch diese eine Maschine nicht in Function zu sehen.

Da aber sowohl über die Elektricität erzeugenden Apparate wie über Leitungen und das Leitungsmateriale eigene Special-Berichte vorliegen, so verweise ich den Leser auf diese und schliesse mein Referat mit dem Wunsche, es möge seinen Zweck, einen kurzen Ueberblick über den gewiss interessanten und wichtigen, auf der Ausstellung jedoch sehr schwach vertretenen Industriezweig der Galvanoplastik zu geben, nicht verfehlt haben.

DIE

TELEGRAPHIE

IM ALLGEMEINEN

VON

JOSEF KAREIS
K. K. TELEGRAPHEN-COMMISSÄR.

Mitten unter dem Gewirre von Objecten, welche die Sinne der Besucher auf der Ausstellung fesselten, regte sich in dem nach Belehrung Dürstenden das Verlangen, einige derjenigen Apparate kennen zu lernen, die von rechtswegen eigentlich schon lange hätten allgemein bekannt sein sollen; wir meinen die Telegraphen-Apparate. Wer diesem Verlangen nachgab, fand bald, dass die scheinbar an Wichtigkeit und Interesse zurücktretende Telegraphie noch immer im Stande ist, es mit den anderen Zweigen der Elektrotechnik aufzunehmen, wenn es gilt, den Kampf um den geistigen Vorrang einzugehen. Wir verstehen dabei unter dem geistigen Vorrang die Stufe, welche ein Arbeitszweig einnimmt, infolge der darauf verwendeten Gedankenarbeit, Combinationsgabe, Anpassung der Mittel zum Zwecke und zur Erreichung dieses Zweckes selbst.

Betrachten wir das ganze Gebiet der Elektrotechnik von diesem Gesichtspunkte aus, dann dürfte es den Töchterzweigen derselben schwer werden, der ältesten Schwester den hohen Rang streitig zu machen, auf den sie schon durch ihre vorbereitende Thätigkeit für das Ganze mit Recht Anspruch erheben darf; sie, der älteste Sprosse der Familie, hat für die jüngeren Geschwister sich viel verdient gemacht.

Aber auch dem absoluten Werthe nach behauptet die Telegraphie noch immer den ersten Platz in der Reihe der Anwendungen der Elektricitätslehre.

Die Telephonie, ihre legitime Tochter, kann sich bis jetzt noch immer nicht an Ausdehnung mit ihr messen. Die Lichterzeugung, die Kraftübertragung — sie haben noch zu wenig Geschichte hinter sich; die Hast, mit welcher auf diesen Gebieten geerntet werden will, die Speculation, welche hier so üppig in die Halme schiesst, sie zeitigen nicht so werthvolle Früchte, wie wir dieselben schon in den ersten Tagen der Telegraphie vom Baume des Studiums mit dem Goldschimmer der Reife erglänzen sehen. Es hat aber der Erfindungsgeist der Begabtesten seit dem vierten Zehent unseres Jahrhundertes nicht gerastet; seit Gauss und Weber, ja — wenn wir noch weiter zurückgehen — zum Beginne des Jahrhundertes, seit Sömmering, Ronald u. A. gibt es eine ununterbrochene Reihe von mehr oder minder glänzenden Geistesthaten zu verzeichnen, welche unternommen wurden, um ein Band der Verständigung um die ganze Menschheit zu schlingen.

Man glaubt aber jetzt oftmals, die Telegraphie sei etwas Alltägliches geworden; man vergisst, dass die Arbeit, welche darauf verwendet werden musste, um den grössten Effect mit den geringsten Mitteln zu erreichen, soviel Vorstellungsgabe, soviel ruhiges, klares Denken in sich schliesst, wie kaum eine andere.

Die oft einfachen Mittel in der Telegraphie sind es in der That, deren bequemer Gebrauch zu dem Gedanken verleitet, sie hätten leicht gefunden werden müssen. Wer heute ein Telegraphenamt besucht, die kleinen handlichen Apparate in ihrer rastlosen Thätigkeit sieht und aus der Leichtigkeit, mit der sie gehandhabt werden auf die Einfachheit des Gedankenganges, aus dem sie geboren worden, schliessen wollte, der geht weit fehl: in dem relativ geringeren Aufwande zum grösstmöglichen Effect liegt der Triumph des Geistes.

Man sieht in der That nichts besonders Hervorragendes an einem Telegraphen-Apparate: einen Elektromagneten, der unter dem Einflusse des ankommenden Stromes den Anker anzieht und einen an denselben befestigten Hebel zum Eindrücken oder Abfärben conventionell geordneter Zeichen veranlasst; man findet Nadeln, die von dem Strome, der sie umfliesst, aus ihrer Lage abgelenkt werden, und durch ihre Bewegung Elemente darbieten zur Wahrnehmung von Zeichen; man kann bei Telegraphen-Apparaten Spulen sehen, die stromdurchflossen in einem magnetischen Felde, das durch die geistreichsten Behelfe zur möglichst grössten Intensität gefördert wird, aus der Ebene gegen den Beschauer heraus oder von demselben ab nach hinten treten.

Denkt man dann noch die Batterie, ferner einen Stromsender und die Leitung, sei sie nun ober- oder unterirdisch oder gar unterseeisch — hinzu, so sind das, ausser einigen Nebenapparaten, die Elemente, aus denen jenes Verkehrsmittel besteht, welches aus dem Culturbild der Gegenwart gar nicht herausgenommen gedacht werden kann, ohne seinen Charakter vollkommen zu entstellen.

Wenn wir nun in der Ausstellung auch viele Apparate sahen, aus deren Anblick man Bausteine zu einer geschichtlichen Darstellung der Telegraphie auslesen konnte, so wollen wir uns mit der Beschreibung derselben ebensowenig befassen, wie mit jener der einfachsten Apparate, wie sie auch in der kleinsten Station vorfindig sind. Die Ausstellungen sollen denn doch immer mehr den Fortschritt fördern und die Ausschau nach vorwärts eröffnen. Unser Bericht wird sich daher mehr mit der *Beschreibung jener Apparate befassen, welche das rascheste Arbeiten auf Einer Leitung ermöglichen, sei dies nun durch einfaches Telegraphiren unter Anwendung von Wechselströmen oder durch selbstthätiges Telegraphiren eines vorbereiteten Depeschenstreifens; sei es das Doppelt- oder Mehrfachsprechen auf einer Leitung* — ein Vorgang, dessen Wundern die Besucher der Ausstellung nicht aufmerksam genug lauschen konnten. Aber auch die *Telegraphie auf Unterseelinien* ruft das Erstaunen hervor und wir wollen den wichtigsten hieher gehörenden Apparaten der Ausstellung unser Augenmerk widmen. Hierauf wäre der *Copirtelegraphen* Erwähnung zu thun und dann auf jene Vorrichtungen hinzuweisen, welche es gestatten, *aus einer Reihe in einer Linie geschalteter Stationen eine beliebige herauszuwählen und sie anzurufen.*

Einige allgemeine Andeutungen über die **Grundsätze, nach welchen die telegraphischen Apparate gebaut sind**, möge vorauszusenden noch verstattet sein.

Man versteht unter einem Elektromagneten einen Stab von weichem Eisen oder ein Schenkelpaar solcher Stäbe, um die ein isolirter Draht in vielen Windungen geführt wird; durchfliesst diese Windungen ein elektrischer Strom, so macht er die Eisenkerne auf die Dauer seiner Einwirkung magnetisch; nach Aufhören des Stromes erlischt auch der Magnetismus des Stabes. Die Stärke des Magnetismus, der erregt wurde, hängt ab von der Intensität des elektrischen Stromes, von der Zahl der Windungen und von deren Anordnung.

Andererseits aber hängt wieder die Stromintensität selbst ab von der Länge des Drahtes und von seinem Querschnitte; erstere steht im umgekehrten, letzterer in geradem Verhältnisse zur Stärke des Stromes. Die Längezunahme eines Leiters vermehrt den Widerstand des Stromes, schwächt also den letztern. Die Zunahme der Dicke oder des Querschnittes verringert den Widerstand, übt also einen verstärkenden Einfluss auf den Strom. Mittelst Widerstandskräften kann man also vorhandene Stromstärken reguliren; man macht hievon bei Messungen, beim Telegraphiren und in allen Zweigen der Elektrotechnik Gebrauch.

Ein näheres Eingehen auf die hier bestehenden Verhältnisse ist nicht gut thunlich; es genüge, wenn wir wissen, dass Apparate, welche für kurze Distanzen bestimmt sind, mit dickem und kürzerem Drahte bewickelt sein müssen, während die anderen, für Zeichenempfänger auf grosse Entfernungen bestimmte Elektromagnete, mit vielen Windungen dünnen Drahtes versehen werden.

Beim Telegraphiren tritt auch ein physikalischer Vorgang auf, der auf den Verlauf desselben, auf Schnelligkeit der Zeichengebung, auf die Reinheit der Signale den grössten Einfluss übt. Verbindet man nämlich die Linie mit der Batterie, so verbreitet sich der Strom nicht sofort mit voller Stärke in der Leitung: es kostet bei oberirdischen Linien von grosser Länge schon ziemlich geraume Zeit, ehe der Strom zu der ihm erreichbaren maximalen Intensität heranwächst. Noch viel mehr verzögernd tritt diese Erscheinung bei unterirdischen und unterseeischen Leitungen auf.

Wer mit dem einfachen physikalischen Apparate, den wir Leydnerflasche nennen, vertraut ist, wird wissen, was es heisst, wenn wir sagen, dass die Kabel diesem Apparate ähnlich sind, insoferne die Leitungsdrähte des Kabels die innere, die Armatur desselben die äussere Belegung und die Isolationsmasse — das Glas — jenes Apparates darstellt. So wie die Leydnerflasche sich aussen ladet, wenn man der innern Belegung Elektricität zuführt, so tritt auch die Ladung in der Linie auf; bei oberirdischen Linien bildet die Luft den Isolator und die Erde die äussere Belegung.

Wären alle beim Telegraphiren ausgesendeten Stromimpulse von gleich langer Dauer, so würde die regelmässige Verzögerung der Zeichen keine Störung im Empfang derselben verursachen; da aber ein langes Zeichen die Linie mehr ladet, als ein kurzes, so wird eine Vermengung derselben auf der Empfangsstation ohne sehr kunstvolle Mittel, wovon man sowol in der Absendestation, als in der Empfangsstation Gebrauch macht, schwer hintanzuhalten sein. Es sind diese

Mittel: das Anlegen der Linie an eine zur Erde führende Metallschiene nach jedem Zeichen oder nach mehreren Emissionen; ferner auch der hinter einander folgende Wechsel in den Polen der Batterie. Die Ladung besteht in einer Anhäufung von Elektricität auf der Oberfläche der Leitung; verbindet man diese im geeigneten Momente mit der Erde, so fliesst die hindernde Elektricität in diesen grossen Behälter aller Elektricität ab. Wendet man Wechselströme an, so wird die Wirkung des ersten durch jene des zweiten Impulses vernichtet und so die Ladung unschädlich gemacht. Durch Abschwächung eines langen Stromimpulses und hierauf folgende Entsendung eines entgegengesetzten kürzeren Stromes kann man ebenfalls die Ladung weniger schädlich machen und die Schnelligkeit der Telegraphirarbeit fördern.

I. Einfache Telegraphie.

Unter jenen Apparaten, welche in dieser Beziehung Neues in der Construction darboten und sich von dem allgemein bekannten Morse-Apparat nicht weit entfernt hielten, war der vom französischen Telegraphen-Beamten Mr. Edouard Estienne in Paris besonders bemerkenswerth.

Ehe wir auf seine Beschreibung eingehen, müssen wir noch den Begriff eines polarisirten Apparates feststellen. Wir sprachen von der magnetisirenden Wirkung des elektrischen Stromes; diese kann sich, je nach der Richtung des Stromes, darin äussern, dass sie in dem einen Kerne einen Nordpol, in dem andern einen Südpol erzeugt, wenn der Strom in der einen Richtung fliesst, und sodann im früheren Nordpole einen Südpol, sowie im früheren Süd- einen Nordpol hervorruft, wenn die Stromrichtung sich umkehrt. Ist nun zwischen beiden Kernen ein Magnet mit beispielsweise dem Nordpol in Form eines leichtbeweglichen Ankers eingelagert, so wird er im ersten Falle vom Nordpole abgestossen, vom Südpole angezogen; im zweiten Falle aber wird die Wirkung eine umgekehrte sein; es wird also der Anker mit verdoppelter Kraft vielleicht das erste Mal von links nach rechts, das andere Mal aber von rechts nach links geworfen und kann hiedurch entweder bestimmte Zeichen andeuten, oder eine im Locale befindliche Batterie schliessen und sie zur Anregung eines Schreib-Apparates bringen, der lange oder kurze Zeichen gibt, je nachdem die Ankerzunge längere oder kürzere Zeit an jenem Contactpunkte verweilt, der die Verbindung oder Schliessung der Localbatterie bewirkt. Da nun diese Thätigkeit des Empfangs-Apparates von der Ankerzunge abhängt und diese, wie oben erklärt, ein Magnet ist und daher einen bestimmten Pol hat, so nennt man die auf dieser Eigenschaft basirenden Constructionen: polarisirte Apparate.

Wir geben nun eine kurze Beschreibung des Apparates Estienne: Dieser verbesserte Morse-Apparat war in mehreren Exemplaren verschiedener Construction im Pavillon des französischen Handelsministeriums ausgestellt.

Zweck der Verbesserung soll eine raschere Uebertragung der Morsezeichen und daher eine grössere Leistungsfähigkeit sein. Dies will Estienne dadurch erreichen, dass er zum Telegraphiren beide Pole der Linienbatterie verwendet und zwar in der Weise, dass der positive Strom am polarisirten Empfangs-Apparate Striche, der negative dagegen Punkte erzeugt. Die Zeitersparnis soll darin bestehen, dass die Striche mittelst ebenso kurzer Ströme gegeben werden wie die Punkte, was schon allein die Leistungsfähigkeit des Apparates gegen den gewöhnlichen Morse-Apparat um mehr als 30 Percent erhöhen würde; ausserdem soll der Apparat wegen seiner grossen Empfindlichkeit namentlich auf sehr langen

Leitungen eine bedeutend schnellere Aufeinanderfolge der Zeichen gestatten, als der Morse-Apparat.

Der Zeichengeber des Estienne-Apparates besteht aus zwei neben einander liegenden Tastern, deren einer mit dem positiven, der andere mit dem negativen Pole der Linienbatterie verbunden ist. Drückt man den linken Taster nieder, so wird der negative Strom in die Leitung gesendet, für den positiven aber gleichzeitig eine Verbindung zur Erde hergestellt; beim anderen Taster erfolgt analog das Umgekehrte. Das Zeichengeben geschieht ähnlich wie bei einem gewöhnlichen Morsetaster, nur dass hier die Punkte auf dem linken, die Striche auf dem rechten Taster gedrückt werden. Die Zusammensetzung und Gruppirung der Zeichen ist genau so wie beim Morse-Apparat.

Der Empfangs-Apparat, welcher die äussere Form eines Morse-Farbschreibers hat, setzt sich zusammen aus einem Laufwerke, einem Elektromagneten mit polarisirtem Anker und der Schreibvorrichtung. Die letztere besteht aus zwei Schreibfedern (plumes), welche mit ihren unteren Enden in Blaufarbe tauchen und mittelst eines eingelegten Lederstückes Farbe saugen, so dass ihre oberen Enden am laufenden Papierstreifen färbige Zeichen abdrücken können. Die Breite jeder Feder beträgt ungefähr die halbe Breite des Papierstreifens und ihre Stellung nebeneinander ist eine solche, dass jede Feder auf dem Papierstreifen einen auf die Längsrichtung des letzteren senkrechten Strich abdrucken kann, welcher vom Rande bis zur Mitte des Streifchens reicht (kurzer Strich). — Werden die beiden neben einander liegenden Federn gleichzeitig angedrückt, so erzeugen sie einen Strich über die ganze Breite des Streifens (langer Strich). Die kurzen Striche entsprechen den Morsepunkten, die langen den Morsestrichen.

Der Anker des Elektromagnetes wird von den Polen eines permanenten Magnetes inducirt und zwischen den Polschuhen des Elektromagnetes in einer Schwebelage erhalten. Geht ein Strom durch die Spule des Elektromagnetes, so wird der Anker entweder von dem einen oder dem anderen Polschuhe angezogen. je nachdem der Strom ein positiver oder ein negativer war. Mit dem Anker stehen aber die beiden Schreibfedern durch ein Hebelwerk in einer solchen Verbindung, dass beide Federn gegen das Papier angeschleudert werden und einen langen Strich abdrucken, wenn ein positiver Strom durch die Spulen durchgeht, während durch die Wirkung des negativen Stromes der Anker die entgegengesetzte Bewegung macht, nur eine Feder in die Schreiblage bringt und somit einen kurzen Strich erzeugt. Es ist einleuchtend, dass für die langen Striche keine längeren Stromemissionen nothwendig sind, als für die kurzen, dass also Punkte und Striche mit gleicher Stromdauer erzeugt werden.

Die österreichische Telegraphen-Verwaltung hat vom Erfinder zwei Apparate angekauft; die damit vorgenommenen Versuche sind ganz befriedigend ausgefallen, haben aber dargethan, dass die Details des Apparates noch einige Abänderungen erfordern. Der Apparat ist gegenwärtig zwischen Wien und Pardubitz thätig.

II. Die mehrfache Telegraphie.

So schwierig es werden mochte, gute, rasch und sicher wirkende Telegraphen-Apparate zu ersinnen; ihr Werth wurde nach ihrer Herstellung immer noch von einem Factor wesentlich beeinflusst, d. i. von der Leitung. Die Leitung ist nicht nur der theuerste Theil jedes Telegraphensystems, er ist auch derjenige Factor, der am schwersten zu erhalten und zu controliren ist. Man hat daher von frühester Zeit her Systeme erdacht, welche die beste Ausnützung der Linien gestatten und somit die Anlage weiterer Leitungen zu ersparen bestimmt waren. Leuchtet der Nutzen solcher Erfindungen schon ein, wenn man blos die Landlinien ins Auge fasst, so wird deren grosse Bedeutung erst recht klar, wenn wir der riesigen Kosten, Mühen und Schwierigkeiten gedenken, welche die Herstellung und Erhaltung der Kabel verursachen.

Mit umso berechtigterem Stolze können wir auf die Erfindung der Doppeltelegraphie zurückblicken, die von Oesterreich ausging.

1. Die gleichzeitige Mehrfach-Telegraphie.

Wir verstehen darunter den Inbegriff aller jener Methoden, welche das gleichzeitige Entsenden von Zeichen in beliebiger Richtung gestatten.

a) Das Gegensprechen.

Es war im Jahre 1852, im fünften des Bestandes einer Telegraphie in unserem Vaterlande, als der erste Gedanke: zwei Depeschen in entgegengesetzter Richtung zu befördern, hier auftauchte.

Im Jahre 1853 machte der damalige Telegraphendirector Gintl die ersten gelungenen Versuche zwischen Wien und Prag, die Beförderung zweier Depeschen in entgegengesetzter Richtung zu bewirken. Die grossen Schwierigkeiten der Lösung dieser Aufgabe führten Gintl auf die Idee, sich des elektrochemischen Telegraphen zu bedienen; mit diesem arbeitete er gegensprechend im October 1854 zwischen Wien und Linz ganz vortrefflich.

Gintl's Verdienst ist in diesem Falle unbestritten und es ist nebenbei gesagt schade, dass die schöne Erfindung, welche von Oesterreich zwar ausging, nur sporadisch dahin zurückkehrte und gegenwärtig in einem einzigen Apparate versuchsweise existirt; es ist dies der ausgestellt gewesene Typendrucker des Telegraphen-Controlors J. N. Teufelhart in Wien; hier wird das Duplexsystem auf den Betrieb des Typendruck-Apparates von Hughes mit gutem Erfolge angewendet; er functionirte vor einigen Monaten zwischen Wien und Budapest.

Gintl basirte jedoch seine gelungenen Versuche auf nicht ganz richtige Voraussetzungen; diese wurden von Prof. Dr. A. Petřina in Prag bekämpft und die Durchführung der Duplex-Telegraphie aus dem, für die ganze Elektrotechnik grundlegenden Ohm'schen Gesetze erklärt. Petřina war es auch gewesen, der zuerst in unserer Telegraphen-Verwaltung den Gebrauch der gemeinschaft-

lichen Linienbatterien vorgeschlagen hatte und mit diesem Vorschlage*) durchgedrungen ist.

Petřina brachte auch als Erster das Duplex-Sprechen mit Morse-Apparaten zuwege. Nebst dem Genannten haben sich noch die Oesterreicher Stark, Schreder, Kohl, Discher und, wie schon bemerkt, Teufelhart um das Gegensprechen verdient gemacht.

Die Grundbedingung des Gegensprechens ist folgende: Der Apparat der eigenen Station darf auf den eigenen Strom nicht ansprechen und doch nicht aus der Linie ausgeschaltet sein, denn er muss für die gleichzeitigen Zeichen empfangsbereit sein, die von der anderen Station kommen. Man bewirkt dies dadurch, dass man den Strom aus der eigenen Batterie in gleicher Stärke, aber in zwei einander entgegengesetzten Richtungen um die Elektromagnete des eigenen Apparates sendet; es kann alsdann in diesem keine Anziehung entstehen; kommt aber der Stromimpuls von der andern Station, so verstärkt er den mit ihm gleichgerichteten Zweig des eigenen Batteriestroms und der Apparat muss unter dieser vereinigten Wirkung mit jenem Zeichen ansprechen, das von jenseits gegeben wird.

Dies ist eine der Methoden; die anderen verfolgen diesen Zweck mit andern mehr oder minder complicirten Mitteln und erreichen denselben in einer entsprechend mehr oder weniger vollkommenen Weise.

Eine der verbreitetsten Methoden ist noch folgende: Lässt man den Strom der eigenen Batterie durch eine Verzweigung fliessen, welche in den Seiten eines Parallelogramms stattfindet, so kann man die Zweige so abmessen, dass sich in der Diagonale gleiche, aber entgegengesetzte Ströme begegnen; stellt man in diese Diagonale den eigenen Apparat und lässt den eigenen Strom in diesen Zweigen spielen, so hat man die eben genannte Bedingung auf eine einfache Weise erfüllt. Diese Drahtverzweigung heisst nach ihrem Erfinder, der sie zu Messungszwecken angewandt, die Wheatstone'sche Brücke und die eben beregte Methode heisst die Brückenmethode.

Von den beiden weitestverbreiteten Apparatsystemen, dem Morse- und dem Hughes-Apparat wird in der Duplex-Telegraphie ausgedehnter Gebrauch gemacht.

In Deutschland ist das Duplexsystem von Fuchs im Gebrauche; in Frankreich waren und sind theilweise noch in Anwendung, die ausgestellt gewesenen Morse-Duplex mit der Brücke, ein Hughes-Duplex mit der Brücke und der Duplex der Herren Sieur und Terral, der mit polarisirten Apparaten arbeitet. Interessant war der Hughes-Duplex für submarine Linien.

Bei Bréguet war ein verbesserter Duplex-Apparat nach dem System des Spaniers Orduna ausgestellt und ein Duplexsystem von Brasseur war in der belgischen Abtheilung zu sehen.

Duplex-Telegraphen waren ebenfalls in der grossbritannischen Abtheilung vertreten.

---

*) Wie grosse Ersparnisse dadurch erzielt wurden, ergibt sich daraus, dass damals durch Verwendung gemeinschaftlicher Batterien in Wien, die Zahl der Elemente von 480 auf 84, in Verona und Salzburg von 160 auf 60, in Triest von 150 auf 84, in Oderberg von 96 auf 36 vermindert werden konnte. (Zetzsche's Handbuch, Bd. I.)

In England wird, wie Mr. Preece, der Chef-Ingenieur der dortigen Staatstelegraphen, in seinem Vortrage hier in Wien behauptete, der normale Betrieb bald durch die Duplex-Telegraphie repräsentirt sein.

Es sei noch bemerkt, dass die Duplex-Telegraphie in Oesterreich wenig, im deutschen Reiche nicht viel, mehr in Belgien und Frankreich, sehr häufig aber in England, Amerika und in der Untersee-Telegraphie in Verwendung steht.

b) Das Doppeltsprechen.

Während man beim Gegensprechen zwei Depeschen gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung entsendet, geschieht beim Doppeltsprechen die Abtelegraphirung zweier gleichgerichteter Depeschen zu gleicher Zeit.

Auch diese Erfindung ging von Oesterreich aus und zwar erdachte sie zuerst Gintl (Juli 1855); ausgeführt wurde sie durch den ehemaligen Verwalter des Wiener Central-Telegraphenamtes Dr. B. Stark; nach ihm waren es: Siemens, Bernstein, Nyström und wieder der vorhin genannte Schreder, die sich hierin versuchten.

Obwohl in der Ausstellung dieses System nicht vertreten war, wollen wir das Princip desselben, so weit möglich, klarstellen.

Wenn man auf einer Empfangsstation zwei Apparate aufstellt, wovon der eine ein polarisirter ist und nur auf einen Strom von bestimmter Richtung anspricht, während der andere eines intensiveren Stromes bedarf, um in Thätigkeit zu treten, so kann man in einer Linie, in welcher stetig ein schwacher Strom erhalten wird, eine Stromumkehrung durch einen Taster bewirken; dadurch wird blos der erste Apparat angesprochen und man kann auch zu dem schon vorhandenen Strome noch einen verstärkenden Strom durch den zweiten Taster hinzufügen und macht den andern Apparat der Empfangsstation hiedurch functioniren. Dies ist das Doppeltsprechen, oder die Diplex-Telegraphie.*)

Vereinigt man beide Methoden, nämlich das Gegensprechen mit dem Doppeltsprechen, so hat man das Vierfachsprechen; es ist dies ein System, welches in der englischen Abtheilung ausgestellt war. Die Empfangs-Apparate waren sogenannte Klopfer oder „Sounder“, welche nur für das „Lesen nach dem Gehör“ bestimmt sind. Die gegenwärtig meist verbreitetste Methode ist die von Prescott-Edison-Preece. In England bedient man sich derselben auf fast allen Linien, welche grosse Städte verbinden und nicht über 360 *km* lang sind. Hinzufügen müssen wir, dass auch diese Idee, nämlich die Verbindung

*) Das Doppeltsprechen wurde zuerst eigentlich nach folgendem Systeme ausgeführt. In der Abgabestation war eine Batterie, der man drei Stromstärken entnehmen konnte. eine schwache, eine intensivere und die Summe beider. Auf die schwache Intensität sprach selbstverständlich blos der für sie adjustirte Apparat an; auf die intensivere aber hätte auch der für schwächere Ströme adjustirte Apparat ansprechen müssen; da ward nun zu dem Mittel gegriffen, dass der stärkere Strom in den Stromkreis des für schwächere Intensität adjustirten Apparates einen Local-Gegenstrom einschaltete, welcher die Wirkung des starken Linienstromes aufheben musste. Wirkten beide Stromstärken zusammen, so vertheilten sich dieselben im umgekehrten Verhältnisse der Widerstände in die beiden Apparate und jeder dieser letzteren erhielt das ihm zugedachte Zeichen.

des Gegen- mit dem Doppeltsprechen, zuerst von Dr. B. Stark in Wien 1855, ausgesprochen wurde.

2. Die absatzweise Mehrfach-Telegraphie.

Es war der Franzose Rouvier, welcher 1851 auf die Idee kam, die Linie abwechselnd mit mehreren Apparaten in Verbindung zu setzen, wobei jeder dieser Apparate einen Buchstaben absetzt, der auf dem ihm zugehörigen Empfangs-Apparate aufgenommen wird und so sich zu Worten zusammensetzt, welche ihrerseits die Depesche bilden.

Man sieht sofort, dass dieses an die Linie-Setzen mehrerer Apparate nur dann den erwünschten Effect hat, wenn eine möglichst genaue Gleichzeitigkeit der Verbindung der Linie mit denselben auf beiden Stationen stattfindet. Man kann zu diesem Zwecke auf jeder Station zwei Scheiben aufstellen, dieselben in vollkommen gleichgelegene Ausschnitte eintheilen und an diese Sectoren, deren Zahl auf jeder Station dieselbe sein muss, die Verbindungen der Apparate führen; über diese Sectoren gleiten dann Zeiger, wie die einer Uhr, nur viel rascher; auf der einen Station gelangen die Stromimpulse der gebenden Apparate zu den Sectoren, von hier gelangen die Ströme in den Zeiger der im Centrum der Scheibe seine Achse hat, von diesem Centrum an die Linie zum Centrum auf der andern Station über den Zeiger zu dem durch den Synchronismus *) in der Bewegung des Zeigers genau gleichzeitig bestrichenen Sector der Empfangs-Apparate, welche somit auf den erhaltenen Stromimpuls ansprechen müssen.

Es ist nun klar, dass, wenn beim Bestreichen eines Sectors ein Zeichen gegeben wird, eine einzige Umdrehung 4 zu verschiedenen Apparaten gehörige Zeichen in sich begreift, wenn man einen Vierfachapparat vor sich hat, oder 6 Zeichen, wenn der Apparat ein Sextuplex ist.

Um uns nun über den Werth des Synchronismus bei der absatzweisen Multiplex-Telegraphie noch klarer auszudrücken, nehmen wir an, wir hätten zwei entfernt von einander stehende Hohlgefässe, welche durch Zwischenwände in vier Abtheilungen getheilt sind: alle vier Kammern communiciren mit einer im Centrum liegenden Röhre. Die Röhre verbindet beide Gefässe und wir nehmen ferner an, dass es so gut wie gar keiner Zeit bedürfe, damit ein Kügelchen welches man in einen der Sectoren wirft, in die Röhre und durch diese in das andere Hohlgefäss gelange. Wir bezeichnen die Abtheilungen des Hohlgefässes mit *A* I, *A* II, *A* III, *A* IV und *B* I, *B* II, *B* III, *B* IV, nach den Stationen *A* und *B* und es mögen die Scheidewände der Gefässe genau die Richtung nach West, Nord, Ost und Süd einnehmen. Nun denke man sich vor die Sectoren des Hohlgefässes je einen Mann aufgestellt, wovon die bei *A* befindlichen der Reihe nach grüne, blaue, rothe und weisse Kugeln halten. Man

*) Unter Synchronismus versteht man dasjenige Verhältnis zweier Stations-Apparate zu einander, durch welches gewisse Theile derselben in ein und demselben Momente (von einem gegebenen Anfang aus gezählt) dieselbe Lage im Raume einnehmen. Gleichzeitigkeit des Ablaufes von Zeigern auf Zifferblättern, die meilenweit von einander getrennt sind und die im selben Moment sich zu bewegen anfingen, gibt einen Begriff von dem, was in der Telegraphie Synchronismus genannt wird.

denke sich auch an jedem Sector bei *B* einen Mann postirt; und nun bewegen sich die Hohlgefässe gleichförmig für sich, aber vollkommen übereinstimmend schnell mit einander; auf ein regelmässig wiederkehrendes Signal wirft I seine grüne Kugel in den Sector, in einer sehr kleinen Zeit darnach, die durch ein zweites Signal markirt wird, wirft II seine blaue, im dritten Zeittheil, der wieder durch ein Zeichen bestimmt ist, III seine rothe, im vierten IV seine weisse in den ihm zugehörigen Sector, so ist klar, dass bei vollkommener Gleichzeitigkeit im Umlaufe der Gefässe die grüne Kugel vor I in *B*, die blaue vor II, die rothe vor III und die weisse vor IV in *B* auftauchen wird und dass, wenn die Kugeln von den aufgestellten Männern aufgelesen werden und Buchstaben tragen, diese sich zu Worten und Sätzen zusammenstellen lassen.

Die Anwendung dieses Bildes auf die Vorgänge bei der Multiplex-Telegraphie wird den Einblick in dieselben hoffentlich erleichtern und das Verständnis für die im nachfolgenden beschriebenen Apparate wecken.

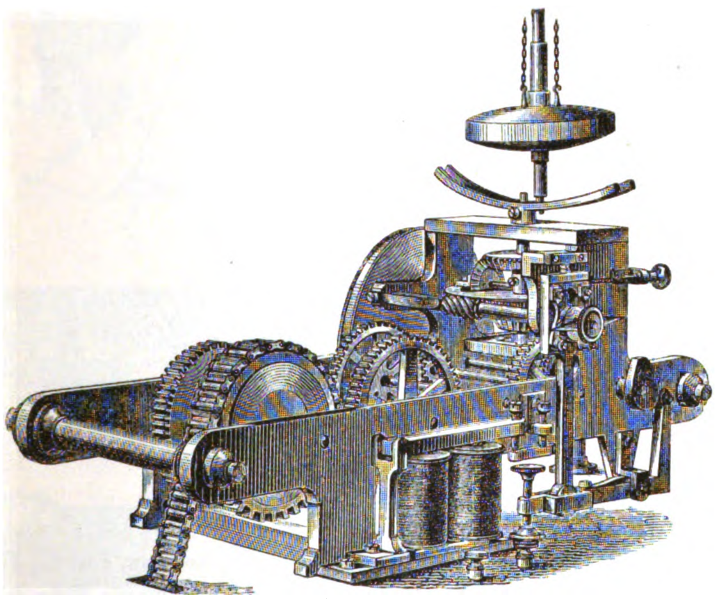


Fig. 129.

Apparat Meyer. Dieser Apparat war bei O. Schäffler in Wien in älterer, in der französischen Abtheilung, u. z. bei B. Meyer, dem Erfinder, in der neuesten Form zu sehen. Der Synchronismus wurde bei den früheren Constructionen dieses Apparatsystems dadurch etwas schwieriger erhalten, weil alle Empfangs-Apparate auf einer Axe angeordnet waren — und da hiedurch die Bewegung des Ganzen ziemlich schwerfällig war, wurde die Regelmässigkeit beeinträchtigt. In seiner neuesten Gestalt zeigt der Apparat die einzelnen Theile von einander abgelöst und besteht vorerst aus dem Uhrwerk, Fig. 129, welches durch ein aufziehbares Gewicht getrieben wird. Dieses Uhrwerk wird durch ein conisches Pendel regulirt und erhält Organe zur Herstellung des Synchronismus, die sogenannte Correctionsvorrichtung. Der Synchronismus hat auch ein eigenes Gebiet auf der

Vertheilerscheibe (Fig. 130), welcher die Rolle der vorhin erwähnten getheilten Hohlgefässe zufällt. $^1/_{15}$ des Umfanges werden nämlich vorerst für die Herstellung des Synchronismus reservirt, während der andere Raum der Scheibe nach Bedarf für 4, 6 oder 8 Apparate bestimmt ist, je nachdem man einen Vierfach-, Sechsfach- oder Achtfach-Apparat beabsichtigt. Jede der dadurch entstehenden Abtheilungen hat Lamellen, von denen Drähte zu den Schreib-Apparaten führen. Die Function dieses Vertheilers ist: dass die über seine Oberfläche schleifende Feder der Reihe nach die einzelnen Schreib-Apparate, aus denen der Multiplex besteht, in Gang setzt, was dem in unserer Einleitung gegebenen Signal zum Abwerfen der Kugel entspricht.

Die Schreib-Apparate, Fig. 131, gruppiren sich nun um den Vertheiler, der ja, wie eben gesagt, ihren Arbeitsbeginn anzeigt, und ihre jedesmalige Function wird durch den Mechanismus des Schreib-Apparates selbstthätig beendet.

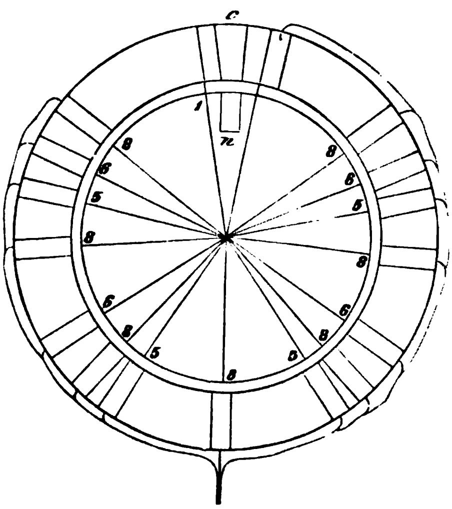


Fig. 130.

Bei den Schreib-Apparaten ist die oberste Walze zum Färben der Schreibwalze bestimmt; diese Schreibwalze hat auf ihrem Umfange die Schneide in Form einer Schraubenlinie eingelassen. An der Seite trägt der Schreib-Apparat eine kleine Vertheilerscheibe mit eingelassenen Contactlamellen. Mit der grossen Vertheilerscheibe ist ein Elektromagnet jedes Empfangs-Apparates verbunden, der, wie dieser an die Reihe kommt, die Axe der Schreibwalze loslässt; diese macht eine Umdrehung und stellt sich alsbald wieder zur Ruhe ein. Die kleinen an jedem Empfangs-Apparate befindlichen Vertheilerscheiben haben jede eine Reihe Kupferlamellen; es sind deren acht zu je zwei Lamellen, wovon die eine schmäler, die andere breiter ist; zwischen je einem Paare solcher Lamellen ist eine Erdlamelle zum Entladen der Linie. Diese acht Lamellen sind mit acht Tasten verbunden, welche vom Telegraphirenden zum Geben der Zeichen verwendet werden.

Fig. 132 stellt einen Stöpselumschalter vor, dessen Lamellen mit 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 — 3, 4, 5, 6, 7, 8 — 4, 5, 6, 7, 8 — 5, 6, 7, 8 — 6, 7, 8 und 1, 8

bezeichnet sind; er dient eben dazu, im Zusammenhange mit dem Vertheiler (Fig. 131) einen zwei- bis achtfachen Telegraphen herzustellen. Die Summe der Umlaufszeiten sämmtlicher gleichzeitig benützter Apparate muss derjenigen Zeit gleichen, während welcher der Arm des Hauptvertheilers über den Raum von 8 nach 8 (Fig. 131) lauft. Eben deshalb müssen die Umlaufszeiten der Schreibwalzen wechseln können u. zw. innerhalb des Verhältnisses von 1 : 4, wenn 8 bis 2 Apparate eingeschaltet sind. Auf die Axe der Schreib- und der nächsten Triebradwalze wird daher nach Bedürfnis je ein anderes Räderpaar aufgesetzt. Die drei beigegebenen

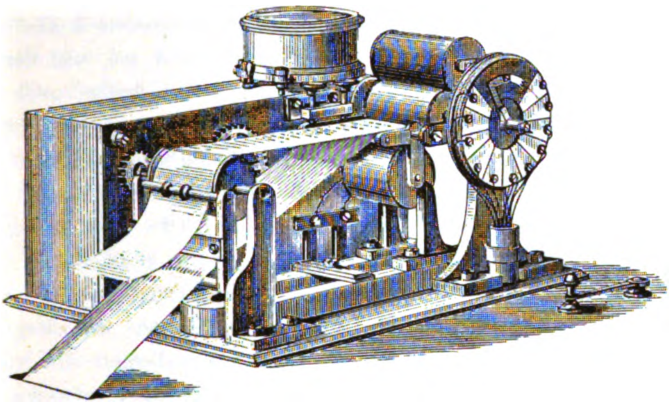


Fig. 131.



Fig. 132.

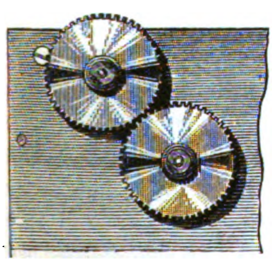


Fig. 133.

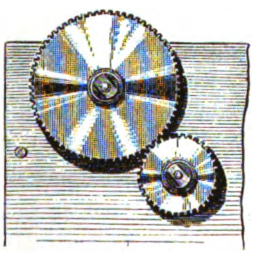


Fig. 134.

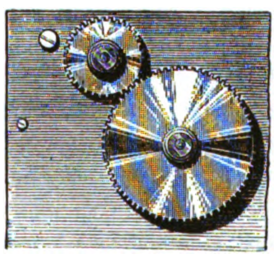


Fig. 135.

Räderpaare Fig. 133, 134 und 135 sind die, welche zur Herstellung einer achtfachen, vierfachen und zweifachen Telegraphie dienen.

Unter der Schreibwalze (Fig. 131) liegt ein Magnet, der einem Elektromagnete als Anker dient und über welchen der Papierstreifen rollt; wird der Elektromagnet durch einen Strom in Thätigkeit versetzt, so drückt sich der Anker mit dem Papier gegen die befärbte Schraubenlinie der Schreibwalze und auf dem Papiere

bleibt die abtelegraphirte Schrift verzeichnet. Zwischen zwei auf einander folgenden Buchstaben bleibt 4 *mm* Raum. Von den oben erwähnten 8 Tastern, welche hier nicht abgebildet sind, gibt es vier schwarze und vier weisse; sie sind mit der Batterie verknüpft; wenn man sie niederdrückt, gehen über die weissen die langen Impulse, welche die Striche erzeugen und über die schwarzen die kurzen, aus denen die Punkte hervorgehen. Die Schrift ist Morseschrift aus Strichen und Punkten bestehend, welche für jeden Buchstaben in eine Zeile des 30 *mm* breiten Papieres gelegt wird.

Dieses ist die neueste Form des Meyer'schen Multiplex und es ist hervorzuheben, dass die Abtrennung der Apparate von der gemeinsamen Axe ein Verdienst des österreichischen Telegraphen-Commissärs Granfeld ist, welcher diese Idee 1874 gefasst und im Hughes-Perfector durchgeführt hatte; nach ihm folgten in dieser Richtung Meyer und Baudot.

Die Wesenheit der Granfeld'schen Idee: Regulator und Schreib-Apparate von einander mechanisch abzutrennen und letztere dennoch mit synchronen Zeichen auf die Linie arbeiten zu lassen, besteht in der elektrischen Indicirung jenes Momentes, in welchem gemäss der vom Regulator gepflogenen Theilung der Zeit irgend ein gewisser Schreib-Apparat der Vielfach-Correspondenz an die Reihe zu kommen hat. — Die elektrische, durch den Zeiger des Regulators vorgenommene Indicirung bewirkt am Schreib-Apparate jedesmal die Auslösung der bis dahin ruhenden Schreibwalze, die sodann vom eigenen Laufwerke bewegt und nach einer Umdrehung wieder zur Ruhe gebracht wird. Hiemit ist die vollständige mechanische Unabhängigkeit des Regulators von den Schreib-Apparaten und letzterer unter sich erreicht.

Baudot's Multiplex. Typendrucker. Dieser genial ausgeführte Apparat stand in der französischen Abtheilung; er druckt die Depeschen in der allgemein bekannten lateinischen Buchschrift und kann 250—350 Depeschen per Stunde leisten. Gegenwärtig arbeitet man mit ihm auf fünf der Hauptlinien Frankreichs; in einiger Zeit dürften bereits viele Linien mit diesem Apparate versehen werden.

Baudot arbeitet an diesem Apparate seit 1874; er wurde auf allen Ausstellungen reich mit Ehren und Auszeichnungen belohnt; die Schwierigkeiten der Verbesserungen hinderten den Erfinder nicht, ihn sozusagen mehreremale zu reconstruiren; allerdings ward er hiebei von seiner Regierung kräftig unterstützt, sowie sie es auch war, die ihm für seinen Apparat im Jahre 1881 zur grössten Auszeichnung, welche die Jury der elektrischen Ausstellung vergab, zum Ehrendiplom verholfen hatte. J. Carpentier in Paris, einer der besten Constructeure Frankreichs, hat den Apparat, welcher hier in Wien functionirte, ausgeführt.

Die Transmission mehrerer Depeschen auf einem Drahte beruht hier, wie bei Meyer und Granfeld auf der Ausnützung der Pausen, die zwischen der Abgabe zweier Zeichen auf den einzelnen Apparaten folgen. Während man beim einfachen Morse mit jedem Tasterhub nur ein Zeichenelement gibt, wird beim Meyer- und Hughes-Perfector mit einem Tempo schon ein ganzer Buchstabe gegeben; wie es sich hiemit beim Baudot verhält, wollen wir sofort sehen.

Der Manipulateur von Baudot stellt fünf Tasten dar; stellen wir uns nun wieder eine Scheibe vor, in derem Mittelpunkte ein Zeiger befestigt ist, der über ihren Umfang rotirt; theilen wir diesen Umfang in eine Anzahl Theile und verbinden wir die fünf Tasten mit fünf dieser von einander isolirten Theilen, so erhält man, wenn die Tasten gesenkt und mit der Batterie verbunden werden, Strom auf diese Contacttheile der Scheibe; die rotirende Nadel nimmt diese Impulse auf, führt sie zur andern Station, und dort verrichten sie ihre Telegraphirarbeit nach einander in der Reihe ihres Erscheinens, wenn daselbst ein synchron laufender Zeiger die Impulse empfängt und sie an ihre Bestimmung führt. Die Telegraphirarbeit kann darin bestehen, dass in der Ankunftsstation die fünf Contacte mit fünf Relais, d. i. fein construirten Empfangs-Apparaten verbunden sind. die auf je einen derselben angesprochen werden können. Wenn man nun vorher über die Bedeutung der einzelnen Combinationen übereingekommen ist, so sieht man wohl, dass, wenn das auf einander folgende Niederdrücken der einzelnen fünf Tasten nach einander die Buchstaben A, B, C, D, E zu bedeuten hätte, man durch Druck der Tasten 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2.3, 2.4, 2.5, 3.4, 3.5, 4.5 und durch Druck von 1.2.3, 1.2.4. 1.2.5, 2.3.4, 2.3.5, 2.4.5, 3.4.5, 1.3.4, 1.3.5, 1.4.5, ferner durch Druck von 1.2.3.4, 1.2.3.5, 1.2 4.5, 1.3.4.5, 2 3.4 5 und endlich durch Druck von 1.2.3.4.5 die übrigen Buchstaben des Alphabetes oder überhaupt zusammen 31 Zeichen erhalten kann. Dies ist der eine Unterschied zwischen Meyer und Baudot, welch' letzterer, wie Schäffler in Wien, alle Combinationen ausnützt, die mit fünf Tasten erzeugt werden können.

Auch bei Baudot sind zwei Vertheilerscheiben, je eine auf jeder Station, von deren Sectoren die Verbindungen zu den Apparaten gehen, in Verwendung; jeder Sector ist mit dem zugehörigen Apparate verbunden. Die Combinationen der Tasten in der Abgangsstation reproduciren sich auf den Relais in der Empfangsstation; die Anker dieser Relais werden dann umgelegt „angesprochen", was wenn erkannt, das Bild des abtelegraphirten Buchstaben hervorrufen müsste. Die Anordnung eines Mechanismus, welcher es ermöglicht, dass in jenem Augenblicke, wo die Combination der angelegten Relais-Hebel, wie sie die Stromabsendung hervorbringt, beendet ist, ein eigener Arm der Druckvorrichtung freigelassen wird und dieser das Emporheben des Papiers gegen das Typenrad gerade dann bewirkt, wenn der im selben Momente der Druckwalze gegenüberstehende Buchstabe da ist, welcher zur eben abgesendeten Combination passt, ist ebenso bewunderungswürdig als es unmöglich ist, eine solche Vorrichtung in blossen Worten zu beschreiben. Die jeweilige Combination der Relaishebel entspricht dieser gewünschten Stellung des Buchstabens auf dem Typenrade.

Dieser Vorgang kann sich auf allen Sectoren der Vertheilerscheibe wiederholen, wodurch die absatzweise Mehrfach-Telegraphie durch dieses Apparatsystem mit Typendruck erreicht ist.

Der Apparat Baudot functionirt als Quadruplex zwischen Paris-Lyon, Paris-Bordeaux, Paris-Havre, Paris-Lille, zwischen Marseille-Lyon und Marseille-Bordeaux. Als Sextuplex arbeitet er zwischen Paris und Marseille mit einer Translation in Lyon.

Baudot hat seinen Apparat auch zum Abtelegraphiren einfacher Depeschen eingerichtet; eine leichte Abänderung gestattet auch die Umwandlung in einen Duplex.

Merkwürdig wird es scheinen, dass das Spiel am Apparat Baudot leichter zu erlernen ist, als jenes am Apparat Hughes und es wird dieser Umstand nebst seinen andern Vorzügen einer allgemeineren Einführung dieses Systems grossen Vorschub leisten.

Baudot's Apparat hat vor dem Meyer's den Vortheil des gedruckten Empfanges voraus; gegen Wheatstone's Automaten hat er den Vortheil, dass seine Depeschen nicht vorbereitet zu werden brauchen.

Sowie der Meyer'sche und Granfeld'sche Apparat kann auch der von Baudot eine Multiplex-Telegraphie zwischen mehr als zwei Stationen herstellen. Der Meyer'sche Apparat, welcher zwischen Paris und Marseille über Lyon arbeitet, kann, wenn nicht genug Depeschen zwischen den Endstationen zu befördern sind, so benützt werden, dass Lyon eintrifft; man arbeitet dann zwischen allen drei Städten auf einmal.

Der in der österreichischen Abtheilung aufgestellt gewesene Typenmultiplex Schäffler's hat im Princip viel Aehnlichkeit mit dem Baudot's. Die Taster-Combinationen, welche wir besprochen, werden bei Schäffler mechanisch ausgeführt, weil der Erfinder den auf dem Hughes eingeübten Manipulanten die Mühe eines neuerlichen Lernens ersparen wollte. Anderseits sind die Relais der Empfangs-Apparate anders in Zahl und Anordnung verwendet. Schäffler würde seinen Apparat, wenn in Oesterreich Bedarf nach einem solchen einträte, zum praktischen Gebrauche einzurichten, nicht ohne Erfolg unternehmen.

Was nun die Ausnützung von blos fünf Tasten zur Hervorbringung aller nothwendigen Schriftzeichen betrifft, so ist dieselbe auch bei dem hier nachträglich zu erwähnenden „Typendrucker von Telegrammkarten“ angewendet. Er war vom k. k. Telegraphen-Controlor A. Lamberg von Linz ebenso in Wien, wie im vorigen Jahre in München ausgestellt. Der Münchener officielle Bericht spricht sich über Lamberg's Apparat beiläufig folgendermassen aus: „Dieser als Modell ausgestellte Typendruck-Apparat bietet bezüglich der elektrischen Correction, des Synchronismus, der Anordnung von fünf Tasten für Schriftzeichen und fünf Contacträdern (Permutations-Scheiben) auf gemeinschaftlicher Achse, sowie des Stromweges und der Hervorbringung des Drucks auf gefällig aussehenden Karten ohne Streifenaufklebung so viel neue und sinnreiche Constructionen, dass man es nur bedauern muss, das Modell nicht durch einen versuchsfähigen fertigen Apparat vertreten zu sehen.“ Wir müssen uns diesem Urtheile anschliessen.

III. Die Copir-Telegraphen.

Um Schriften, Zeichnungen, kurz graphische Objecte auf Entfernung copiren zu können, somit eine Lieblingsidee der Erfinder zu realisiren, bedienten sich fast Alle, welche auf diesem Gebiete im angedeuteten Sinne arbeiteten, der gleichen Mittel. Es sind meist zwei Stiele oder Nadeln, welche in möglichst enge an-

einander geschlossenen parallelen Linien, die eine auf der Aufgabs-, die andere auf der Empfangsstation, Papierflächen bestreichen. Die eine Nadel emittirt den Strom. Es ist hiebei das zu Copirende entweder mit isolirendem Farbstoff auf leitender Metallfläche geschrieben oder gezeichnet; es kann aber auch die Tinte leitend und die Fläche, auf welcher sie aufgetragen ist, kann isolirend sein. Indem diese Nadel die zu copirenden Stellen bestreicht, kann sie, je nach der Anordnung entweder den Strom in der Ankunftsstation direct schliessen, oder eine Localbatterie zum Schluss bringen und so die Copie bewirken. Der ankommende Strom oder der Localstrom verändern dann entweder ein chemisch präparirtes Papier, auf welchem die Copie erscheint, oder aber er bringt einen Elektromagneten in Thätigkeit, welcher eine farbige Schneide gegen ein Papier drückt und so die Wiedergabe der Striche und des ganzen am Aufgabsorte befindlichen Objectes bewirkt.

In der Ausstellung haben nur vier Systeme von Copirtelegraphen figurirt. Der Pantelegraph von Caselli stand in der italienischen sowohl, als in der französischen Abtheilung, während in der letzteren auch noch die Systeme von Lenoir, d'Arlincourt und Meyer vertreten waren.

Die französische Telegraphen-Verwaltung hatte im Jahre 1863 den schonim Jahre 1856 von Abbé Caselli erfundenen Pantelegraphen bei Froment in Paris bauen lassen; von dieser Zeit ab diente dieser Apparat vorerst für die Regierung und wurde einige Monate später dem öffentlichen Verkehre übergeben. Auf den Linien Paris-Lyon, Paris-Amiens, Paris-Marseille stand er bis 1867 in Verwendung; hierauf wich er dem später zu beschreibenden Copirtelegraphen von B. Meyer. Im Apparate Caselli's schwingt ein sehr langes Pendel (theilweise unter dem Einflusse zweier Elektromagnete) und setzt hiedurch den obbezeichneten Stiel vermöge eines gegliederten Hebels in Bewegung. Der Stiel ist hiebei an einem Rähmchen angebracht, das auf einer endlosen Schraube als Mutter aufsitzt und bestreicht so in engen Zügen eine convexe Cylinderfläche, welche die Zeichnung oder Schrift enthält. Auf der Empfangsstation befindet sich statt der leitenden Fläche ein mit Eisensalzlösung imprägnirtes Papier, das sich unter dem Einflusse des Stromes färbt. Die beiden Schwingungen des Pendels und somit die Rückläufe des Hebels wurden zwar in der später verbesserten Construction Caselli's ausgenützt, allein die Leistung des Apparates konnte nie genügen und die schwerfällige, wenn auch manchen ingeniösen Gedanken bergende Zusammensetzung desselben konnte seiner Verwendung nicht förderlich sein.

Meyer's Copir-Telegraph, aus welchem, wie die Beschreibung ersehen lässt, der vorbeschriebene Multiplex hervorging, copirt seine Objecte auf einem gewöhnlichen Streifen Papier durch Druck von einer, in Form eines Schraubenganges auf einem Cylinder verlaufenden Schneide gegen dasselbe. Der Papierstreifen ist ziemlich breit und läuft über einem leichten mit der Spule eines Elektromagneten verbundenen Rahmen. Beim Rotiren des Cylinders gelangen alle Theile des Schraubenganges nach und nach mit dem Papier des Rahmens in Berührung und da die Schneide der Schraube durch eine Farbwalze geschwärzt wird, so lässt sie, wenn der Rahmen durch einen Stromimpuls gegen den rotirenden Cylinder gedrückt wird, einen Strich von grösserer oder geringerer Länge auf dem Streifen

als Folge des Rahmendrucks zurück. Dieser Druck aber erfolgt durch die Wirkung einer Spiralfeder, welche dann den Rahmen gegen die Schneide emporzieht, wenn der elektrische Strom, der bei diesem Systeme continuirlich Elektromagnet und Linie durchfliesst, unterbrochen wird und die Stellung des Rahmens, welcher auf der Spule sitzt und gegen einen permanenten Magneten angezogen erhalten wird, verändert, indem sie ihn gegen die Schneide presst. In der Aufgabsstation ist die Metallfläche des Depeschen-Blanquets mit nicht leitender Tinte beschrieben und auf einen rotirenden Cylinder gerollt. Ueber dieses Papier gleitet eine Nadel, die an einem Rahmen befestigt, an einer endlosen Schraube langsam entlang, indem sie auf dem rotirenden Cylinder eine Schraubenlinie von möglichst geringer Ganghöhe beschreibt. Die Batterie ist zur leitenden Oberfläche des Blanquets einerseits und zur Erde anderseits verbunden. Der Strom durchkreist somit folgende Theile: Batterie, Blanquet, Nadel, Leitung, Spule des Empfangsrelais und Erde, zur Erde der Senderbatterie und kehrt zu ihrem andern Pole zurück. Sowie die Nadel einen nicht leitenden Strich berührt, wird der Rahmen der Spule oder des Elektromagnets durch die obbenannte Spirale emporgerissen und drückt sich so lange gegen die Schneide, als der Gang der Nadel über die isolirende Fläche dauert. Die Rotation des Cylinders, auf welchem die Zeichnung sich befindet und jenes, welcher die gefärbte Schraubenschneide trägt, muss vollkommen gleichzeitig sein; der Synchronismus erhält ein conisches Pendel, das, in Cardan'scher Aufhängung schwingend, leicht regulirbar ist.

Die Wiedergabe der Depeschen auf dem Apparate von d'Arlincourt wird wiederum durch chemische Aenderungen präparirten Papieres bewirkt. Der Strom kann hiebei direct von der Linie kommen oder aber auch durch Vermittlung eines sehr empfindlichen Relais aus einer Localbatterie entnommen werden. Auch hier ist ein Zinnfolieblatt, auf welchem mit isolirender Tinte geschrieben wird, um einen Cylinder der Aufgabsstation gewickelt, während der Cylinder der Empfangsstation mit oberwähntem, chemisch präparirtem Papier umwickelt ist. Der Gleichgang dieser Cylinder oder Walzen wird geregelt durch die Vibrationen zweier schwingenden Lamellen; der Synchronismus ist aber kein absoluter, sondern der Cylinder der Sendestation rotirt schneller, als der der Empfangsstation, er wird jedoch nach jeder Umdrehung festgehalten und verweilt so lange in seiner Stellung, bis er durch einen Strom, welcher von der in die gleiche Stellung eintretende Walze des Empfangs-Apparates entsendet, wieder in Gang gebracht wird. Diese Art der Correction, die auch bei einem autographischen Apparat von Edison adoptirt wurde, hat sich bei dem zwischen Paris und Marseille stattgehabten Betriebe des d'Arlincourt'schen Systemes als ganz vorzüglich bewährt.

Beim Apparat Lenoir ist als Bewegungsmittel ein kleiner Elektromotor vorhanden, welcher auf der Aufgabsstation einen mit Metallpapier bedeckten Cylinder rotiren macht, während in der Ankunftsstation der durch ihn bewegte Cylinder mit dem Aufnahmspapier beklebt ist.

Ein kleiner Schlitten, wie bei den früheren Systemen mit einer eingeschnittenen Schraubenmutter versehen, trägt einen Stift oder eine mit Tinte gefüllte Feder, und diese bewegt sich vollständig synchron mit dem Stifte auf der Abgangsstation. Der Elektromagnet, an dessen Anker die copirende Feder oder der copirende

Stift sitzt, ist ein polarisirter Apparat. Die Linie ist stets von einem schwachen Strome durchflossen, und zwar ist die Anordnung so, dass eine Umkehrung und Verstärkung des Stromes eintritt, wenn auf der Abgangsstation der Stift über die isolirende Tinte streicht; hiedurch wird auf der Ankunftsstation die Feder in bestimmter Richtung angezogen, da sie die Verlängerung eines polarisirten Ankers ist. Lenoir hat auch Mittel gefunden, um Photographien auf telegraphischem Wege zu reproduciren; man konnte dies zu Paris 1881 sehen; in Wien fehlte es an dem für Präparirung des Metallpapiers nöthigen Laboratorium.

Der Apparat von Jordery hat eine andere Methode der Wiedergabe; er copirt die Schrift der Aufgabestation, während dieselbe auf einem unter dem Schreibstift hin streichenden Streifen niedergeschrieben wird. Die Copirmethode des Jordery'schen Apparates ist nichts anderes als eine Pantographie auf grosse Entfernung, und zwar wird weder eine Verkleinerung noch eine Vergrösserung, sondern eine getreue Wiedergabe der Schrift angestrebt. Der Schreibstift steht in dem Vereinigungspunkte zweier Winkelhebel, deren kürzere Arme mit Röllchen versehen über Vorrichtungen gleiten, welche den in zwei Linien, die bei diesem System beide Stationen verbinden müssen, vorhandenen Strom schwächen oder verstärken.

In der Ankunftsstation umfliessen die so variirenden Ströme zwei Elektromagnete; die Anker dieser Elektromagnete, werden im selben Sinne angezogen, wie die Hebel der Abgangsstationen die Ströme auslösen. Die Anker der Elektromagnete aber tragen zwei Fortsätze, welche unter demselben Winkel gegen einander zusammenstossen, wie die Hebel der Abgangsstation.

Im Vereinigungspunkte der Ankerfortsätze steckt eine mit Tinte gefüllte Feder. Man begreift leicht, dass diese Feder die Bewegungen des Stiftes der Abgangsstation copiren muss. Die Aehnlichkeit der Lösung des hier vorliegenden Problems mit jener, welche zwei Jahre vor Erfindung derselben, Cowper in London, unternommen, ist augenfällig und es ist die hier vorliegende Copirmethode theoretisch schon vor 25 Jahren von Emil Effendi Lacoine, dem gegenwärtigen technischen Chef der ottomanischen Staatstelegraphen, angegeben worden.

Sowohl die Apparate für absatzweise Multiplex-Telegraphie, als die oberwähnten Copir-Telegraphen von Meyer, Lenoir, Caselli etc. bedürfen eines vollständigen Synchronismus.

Auf der Ausstellung war ein Apparat, der diese so wichtige Function, nach Angabe seines Erfinders, vollständig genau auszuüben im Stande ist.

Es ist dies das in der dänischen Abtheilung von Lacour ausgestellt gewesene phonische Rad (Fig. 136 und 137). Stellt man den Zinken einer Stimmgabel die Polschuhe eines Elektromagneten gegenüber und ordnet den Stromlauf einer Batterie, welche mit diesem Elekromagneten verbunden ist, so an, dass bei der Anziehung der Gabelzinken durch die Pole der Strom unterbrochen wird, diese Zinken sich also wieder von einander entfernen und so die Batterie neuerdings schliessen, dann entsteht eine regelmässige Vibration der Gabel und eine regelmässige Unterbrechung des Stromes; die Anzahl der Unterbrechungen ist durch die Tonhöhe der Gabel bestimmt. Leitet man diesen — wie wir ihn mit

dem Autor nennen — phonoelektrischen Strom, in einen zweiten Magneten und stellt vor die Polschuhe dieses letzteren ein Zahnrädchen (Fig. 136) aus weichem Eisen auf, so zieht der magnetisch gewordene Pol den nächsten Zahn an, die nächste Magnetisirung veranlasst den Vorübergang des zweitnächsten Zahnes, die dritte den des dritten Zahnes u. s. w. Es wird die Rotationszahl des Rädchens per Secunde von dem Verhältnisse der Schwingungszahl der Gabel zur Zähnezahl

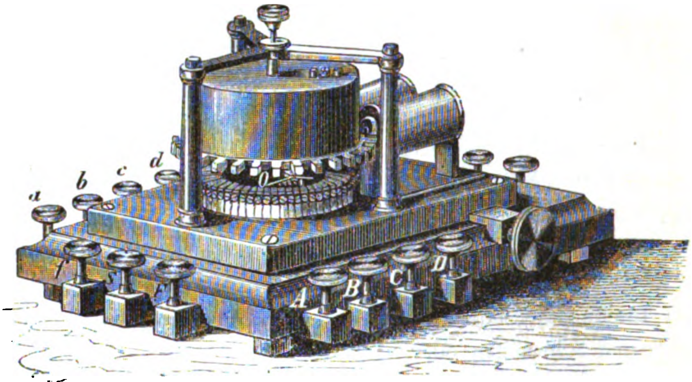


Fig. 136.

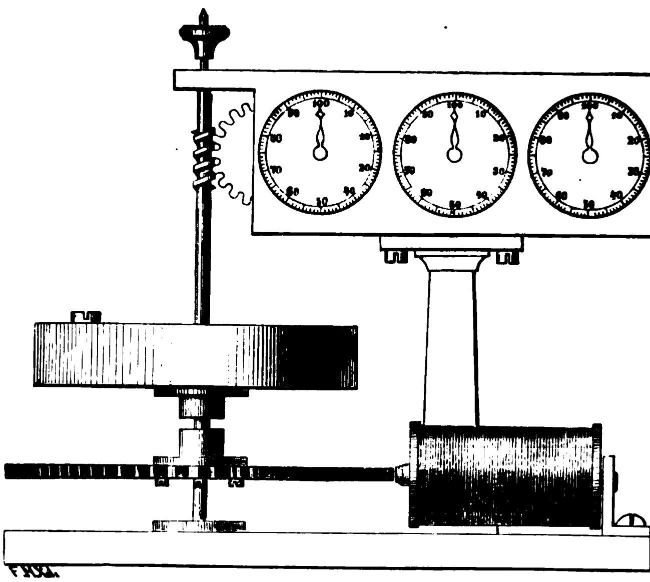


Fig. 137.

des Rades abhängen; das Rädchen aber rotirt gleichmässig mit regelrechter Geschwindigkeit selbst nach kleinen Eingriffen oder bei Temperaturschwankungen. die innerhalb nicht allzuweiter Grenzen sich bewegen, fort.

Das Rädchen erhält noch eine Holzkapsel, welche inwendig eine Rinne hat. die mit Quecksilber ausgefüllt, eine Art flüssigen Schwungrades erhält, das die allfällig noch vorkommenden Ungleichheiten der Bewegung eliminirt. Es ist nun

leicht auf zwei Stationen zwei solche gleichgestimmte Gabeln zu disponiren und die sonstigen Elemente ebenfalls gleich anzuordnen, um den Synchronismus in der grösst erreichbaren Genauigkeit herzustellen. Der interessante Apparat lässt sich übrigens als Chronograph, als Sonometer, als Zählwerk (Fig. 137) und Rotationszähler benützen. *) Den genauesten Synchronismus stellt Lacour in neuester Zeit noch durch Anwendung eines Relais auf einer der Stationen her, welches durch selbstthätige Einschaltung einer schwächeren oder stärkeren Batterie vollends alle Zeitdifferenzen ausgleicht.

IV. Automaten und Typendrucker.

Bekanntlich erfordern den Synchronismus auch die Typendruck-Apparate. In diesen Apparaten wurde nichts Wesentliches auf der Ausstellung geboten, was neu zu nennen gewesen wäre; ebenso war ausser einem später zu besprechenden für unterseeische Telegraphie bestimmten Apparate nichts besonders Neues in der automatischen Telegraphie des Morsesystems geboten. In dieser wird ein Streifen durch eine Stanzvorrichtung so ausgelocht, dass die abwechselnd automatisch eintretenden Stromimpulse nach Stellung der Löcher in der Ankunftsstation kurze oder lange Zeichen veranlassen und so die Elemente der Morseschrift wiedergeben. Der genialste dieser Apparate, der Automat von Wheatstone war in der französischen, sowie in der englischen Abtheilung vorhanden; er arbeitet in seiner neuesten Verbesserung sogar mit 300 Worten per Minute, d. i. 700 Depeschen per 25 Worten in einer Stunde; eine erstaunliche Leistung, welche eine Linienausnützung darstellt, wie solche selbst dem mit Recht berühmten Baudot nicht nachgesagt werden kann. Allerdings entfällt bei letzterem Systeme die Vorbereitung des Streifens und die Abschrift der Depeschen, da er bekanntlich ein Typendrucker ist.

Die Vortheile des Typendrucksystems mit der automatischen Beförderung zu vereinigen strebt Alexander Lucchesini, ein Ingenieur aus Florenz, mit seinem automatischen Typendrucker an. Der Apparat war in der italienischen Abtheilung ausgestellt und weist in der That ganz ingeniöse Neuheiten auf. Er hat beispielsweise zwei Typenräder und eine solche Vertheilung der Buchstaben und Zeichen auf denselben, dass die meist vorkommenden Selbstlauter wiederholt auf den Rädern eingravirt sind, so dass es nicht erst einer vollen Umdrehung bedarf, um zwei *a* hinter einander zu drucken; hiedurch erhöht sich die Leistung des Apparates bedeutend; der Apparat kann auch durch eine leichte Anordnung zur Abgabe der gewöhnlichen Morseschrift benützt werden. Was die automatische Beförderung betrifft, so ist sie durch den Gebrauch eines Stanz-Apparates bedingt, welcher eine Doppelreihe von Tasten entsprechend den beiden Typenrädern enthält; wird ein Wort ausgestanzt, so gestattet die Einrichtung das genaue Auslochen des Streifens in der Weise, dass je zwei im Worte einander folgende Buchstaben im Streifen so weit von einander abstehen,

*) Näheres über den Apparat enthält die bei Quandt & Händel in Leipzig erschienene Brochure: „Das phonische Rad von Paul Lacour.“ 1879.

als ihre Entfernung auf der Peripherie der Räder beträgt. Wird der Streifen dann aufgelegt und in beiden Stationen der Gleichlauf der Typenräder hergestellt, so kommt es nur darauf an, mit dem richtigen Buchstaben anzufangen, damit in der Empfangsstation die Buchstaben in jener Reihe abgedruckt werden, in welcher die Entfernung der Löcher im Streifen sie hervorrufen muss.

Zu bemerken wäre, dass das Uebertragungsrad, über welches der Papierstreifen geht, ein anderes ist, als die beiden vorhin genannten Typenräder. Die Stromemissionen geschehen dadurch, dass dieses Rad mit der Batterie verbunden ist und zwei Hebel, welche über dem Streifen gleiten, dann Strom fortleiten, dass ferner dieser Strom auf der Ankunftsstation gerade dann den Papierstreifen gegen die Type, die reproducirt werden soll, drückt, wenn das Loch, das auf den entsprechenden Buchstaben ausgestanzt worden, unter den selbstthätigen Hebel gelangt. Man sieht, der Apparat leistet sehr viel; in der Telegraphentechnik ist es unseres Wissens nur noch dem Norweger Olsen gelungen, einen brauchbaren Automaten-Typendrucker herzustellen. Lucchesini's Apparat ist gegenwärtig im Atelier Schäffler's in Wien und dürfte nach seiner Herrichtung zur versuchsweisen Verwendung im Wiener Centralamte gelangen.

V. Apparate für die unterseeische Telegraphie.

Wir haben in der Einleitung bereits von den Schwierigkeiten gesprochen, welche die in Kabeln auftretenden Ladungserscheinungen dem Telegraphiren auf dieser Art Leitungen entgegensetzen. Bei unterirdischen Kabeln hilft man sich, indem man die Leitungen verkürzt und in geeigneten Punkten durch Anbringen von Uebertragungsapparaten den Uebelständen der langen Leitungen begegnet. Auf Unterseelinien aber kann man sich auf diese Weise nicht helfen.

Starke Ströme können aus Rücksichten auf die Erhaltung der Kabel ebenfalls nicht angewendet, besonders aber dürfen hochgespannte Ströme nicht benützt werden. Man hat ferner gestrebt, den Emissionen eine gleiche Dauer geben zu können, damit den Wirkungen des positiven Poles die Bedeutung des Punktes, denen des negativen Stromes aber die Bedeutung des Striches gewahrt bleibe; denn man wollte sich von dem fast allgemein angenommenen Morse-Alphabet nicht lossagen. Die Empfangs-Apparate mussten so empfindlich, als nur thunlich und der Mechanismus derselben auf das Nothwendigste reducirt sein.

Den schädlichen Wirkungen der Erdströme wusste man durch Einschaltung der Condensatoren beizukommen. Es sind dies aus vielen Lagen von Zinnfolie bestehende buchartig construirte Apparate, deren einzelne Blätter durch Papier, das mit Paraffin getränkt ist, isolirt sind. Die Metallblätter ungerader und jene gerader Zahl sind je unter einander verbunden und das Ganze ist im Stande, grosse Quantitäten statischer Elektricität auf seiner Oberfläche zu verdichten und so deren beirrende Einwirkung auf die Apparate zu eliminiren. Die Condensatoren auf beiden Enden des Kabels wirken folgenderweise: drückt man den Schlüssel, der sie mit der Batterie verbindet, nieder, so ladet sich die eine Belegung; die andere Belegung aber bekommt eine entgegengesetzte Ladung,

und zwar die von der Kabel-Armatur selbst. Da diese mit der Belegung des Condensators am Empfangs-Apparate verbunden ist, so ladet sich die zweite Belegung dieses Condensators mit Elektricität vom selben Zeichen, wie das der Emission am Absende-Apparate. Der Empfangs-Apparat muss also ansprechen, während der Einfluss der Erdströme durch diese Anordnung grösstentheils paralysirt ist.

Die ehemals allgemein angewendeten Spiegelgalvanometer von Thomson wurden nun in der Unterseetelegraphie durch solche Apparate ersetzt, welche

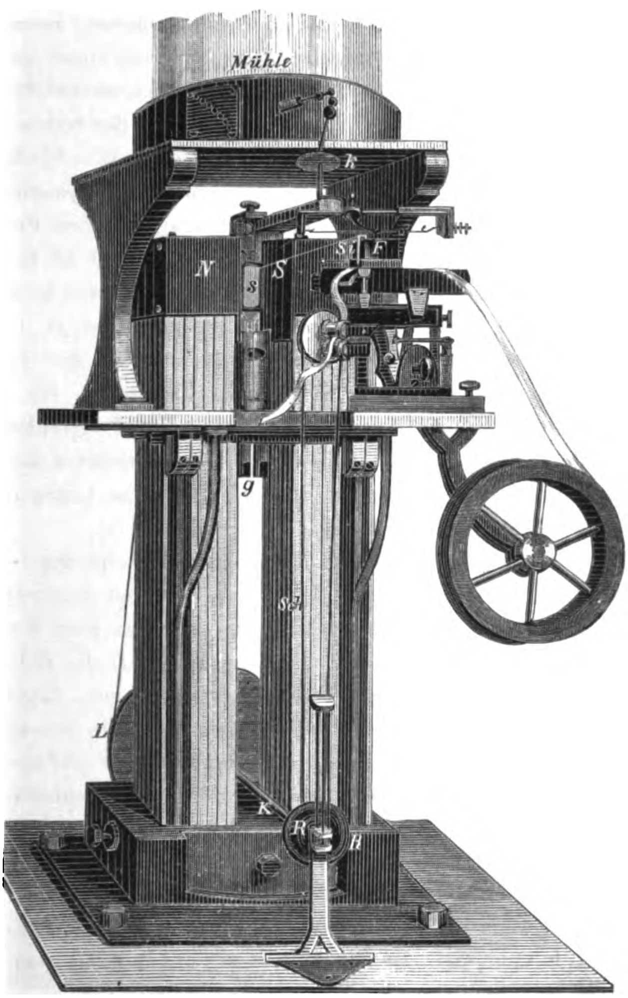


Fig. 138.

die fugitiven Zeichen der ersteren zu fixiren und noch dazu eine grössere Leistungsfähigkeit zu entwickeln im Stande sind. Mit dem Spiegelgalvanometer brachte man es über 15—17 Worte per Minute auf dem atlantischen Kabel nicht hinaus.

Der in der englischen Abtheilung ausgestellt gewesene Syphon recorder Thomson's verzeichnet mit Anilinfarbe auf dem Streifen die

Bewegungen eines in Heberform gebogenen Glasröhrchens und hat im Wesentlichsten folgende Einrichtung:

Zwischen den Polen N und S (Fig. 138) eines sehr kräftigen Magnetes, dessen Schenkel aus 50 dünnen Magnetstäbchen gebildet sind, hängt eine aus vielen Windungen bestehende Spule s von isolirtem, feinem Draht, der eigentlich eine Fortsetzung der Leitung darstellt. In der Spule ist ein prismatisches Stück weichen Eisens, welches die Intensität des magnetischen Feldes zu erhöhen berufen ist. An dem Rahmen, um welchem der Draht gewickelt ist, wird mittelst eines Coconfadens das capillare Heberröhrchen s_i befestigt, dessen oberes, kürzeres Ende in das Farbgefäss F taucht. Das Röhrchen hat seinen Halt an einem quergespannten Faden. Das untere, sanft umgebogene Ende des Röhrchens streicht über einen unter ihm gleichförmig hinrollenden Streifen, welcher von der rechts angebrachten Papierrolle durch einen Mechanismus abgewickelt wird. Die Spule selbst wird durch kleine Gewichte g straff gehalten. Es ist ein elektrodynamisches Gesetz. welches einem stromdurchflossenen Leiter in einem magnetischen Felde seine Bewegungen vorschreibt; je nach der Richtung des Stromes tritt der Leiter entweder aus der Ebene des magnetischen Feldes gegen den Beschauer heraus, wenn er parallel mit derselben und freibeweglich aufgehängt ist, oder er tritt von dem Beschauer zurück. Diese Bewegungen werden somit durch das Vorzeichen des Stromes (+ oder —) bestimmt; in der Absendestation ist ein Doppeltaster, welcher bald den positiven, bald den negativen Pol der Telegraphir-Batterie an das Kabel verbindet. In der Empfangsstation entstehen demgemäss die Bewegungen der Spule und die des daran geknüpften Hebers, der seine Bewegungen auf den Streifen schreibt.

Es würde nun nicht gut gehen, die Tinte ohne Weiteres durch die Capillarröhre gleichmässig durchfliessen zu machen. Thomson hat folgende Anordnung getroffen: die sogenannte Mouse-mil ist ein Apparat, dem zwei Functionen zufallen. Als Elektromotor setzt er mittelst des Schnurlaufs L die Rollen R in Bewegung, welche die Papierstreifen gleichmässig vorwärts ziehen. Zugleich ist aber dieser Apparat eine ingeniös construirte Influenzmaschine, die ihre statische Elektricität über die Collectorplatte K an die Oberfläche der Farbflüssigkeit treten lässt; die so elektrisirte Tinte wird mit der zur Erde verlangenden Ladung durch das Röhrchen auf den Papierstreifen gerissen und gibt so in Form sehr eng aneinander gereihter Farbpünktchen die gewünschte Curve der durch den Syphon gemachten Zeichen.

Thomsons Recorder arbeitet auf vielen Linien, besonders aber auf denen der Eastern Telegraph Company, die ein Kabelnetz von sehr grosser Ausdehnung besitzt; seine Leistung erreicht 30 Worte per Minute auf einem Kabel von 600—700 *km*.

Der Undulator von Lauritzen, ein zweiter für Kabeltelegraphie bestimmter Apparat, welcher in der musterhaft bestellten dänischen Abtheilung stand hat folgende Einrichtung: Zwei bogenförmig gestaltete Magnetstäbchen *ab* und *cd*. (Fig. 139) stehen zwischen vier Elektromagnetspulen, von welchen zwei X, X in der Figur sichtbar sind. Die Magnetstäbchen oscilliren zwischen den Polschuhen der Elektromagnete, da sie an einer in den Lagern *pp* und *ce* leichtbeweglichen

Achse *ee* befestiget sind. Mittelst der Schraube *F* und Spiralfeder *t*, wovon die erstere in einer durch *I* getragenen Mutter bewegt wird, kann das Stäbchensystem beliebig fein eingestellt werden. Der Ständer *i* trägt zwei Säulchen *hx* und *rg*, auf welche ein Tintenfässchen gestülpt wird, in welchem mit Weingeist verdünnte Anilinfarbe ist, die in den halbkreisförmigen Napf *e* und sodann in den Heber *l* gelangt: beide letztgenannte Organe machen alle Bewegungen der Magnetstäbchen *ab* und *cd* mit. *S* und *c* sind permanente Magnetstäbe, welche den Magnetismus der Stäbchen beeinflussen. *K* ist eine Schraube, mittelst welcher der Träger *I* auf der Unterlage befestigt ist.

Der zu diesem Apparate gehörige Sender ist derselbe, welcher beim Wheatstone'schen Automaten functionirt. Ein vorher ausgelochter Streifen wird auf diesen Apparat gelegt; zwei auf- und abgehende Nadeln, von denen die eine positive, die andere negative Ströme sendet, da sie zu den entsprechenden Polen einer Telegraphir-Batterie verbunden sind, geben je nach der Stellung der Löcher

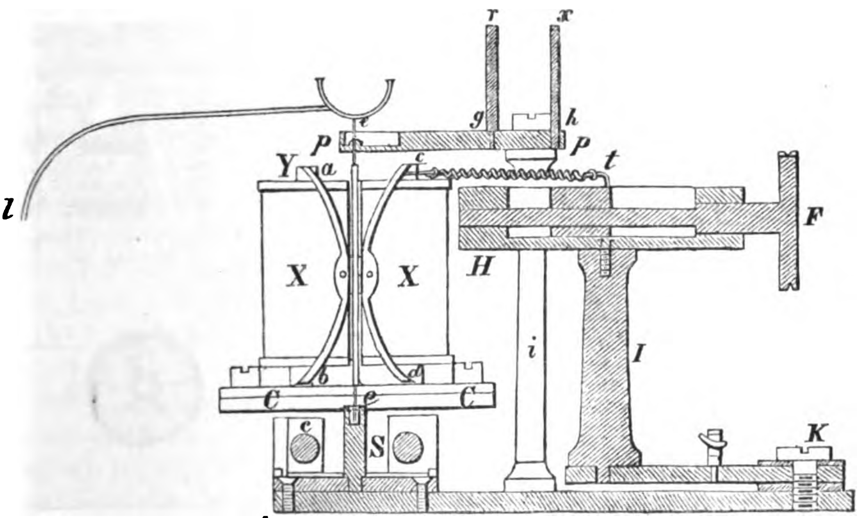


Fig. 139.

im Streifen kurze oder lange Ausbiegungen auf dem Empfangsstreifen; diese aber setzen, wie Striche und Punkte, die hier modificirte Morseschrift zusammen. Der entsendete Stromimpuls umfliesst in entsprechender Dauer die vier Elektromagnete derart, dass oben bei *Y* ein Nordpol, beim andern Polschuh ein Südpol entsteht; die diagonal gegenüberstehenden Pole haben den gleichen, die nebeneinanderstehenden den entgegengesetzten Magnetismus; am untern Ende sind die verkehrten Pole; die Stäbchen *ab*, *cd* haben aber schon ihren Magnetismus und erfahren daher eine vervielfachte Einwirkung des magnetisirenden Stromes; das Schreibheberchen *l* macht nun sehr rasch seine Curven auf dem durch ein Uhrwerk darunter weggezogenen Streifen. Die nordische Telegraphen-Gesellschaft, welche in der Nord- und Ostsee und in den chinesischen Gewässern ihre Kabel hat, bedient sich dieser Apparate zum Telegraphiren auf ihren Linien, die aus Landleitungen und Unterseelinien bestehen. Auf Längen von 500 *km* gibt der Apparat 50 Worte per Minute.

Anwendung des Hughes-Apparates auf Unterseelinien. Die Schwierigkeiten der Kabelcorrespondenz machen sich beim Hughes-Apparat noch fühlbarer, als bei andern Systemen. Ailhaud, ein französischer Telegraphen-Inspector hat dem Hughes eine Einrichtung gegeben, durch welche nach jeder Stromentsendung eine nahezu vollständige Entladung der Linie erfolgt. Die im Jahre 1877 von dem mittlerweile verstorbenen Ailhaud begonnenen Versuche, wurden von Herrn Mandroux zwischen Marseille und Algier erfolgreich fortgesetzt, und Mandroux, der bei Beginn der Ausstellung unter dem Ingenieur-Inspecteur Clerac und später unter Herrn Maitrejean im Vereine mit Anderen die Einrichtung der französischen Abtheilung bewirkte, hatten diese Apparate auch hier aufgestellt. Es ist das Kabel an einen Condensator geführt, dessen zweite Belegung durch einen Hebel auf einen Augenblick mit der Batterie und gleich darauf mit der Erde in Verbindung tritt.

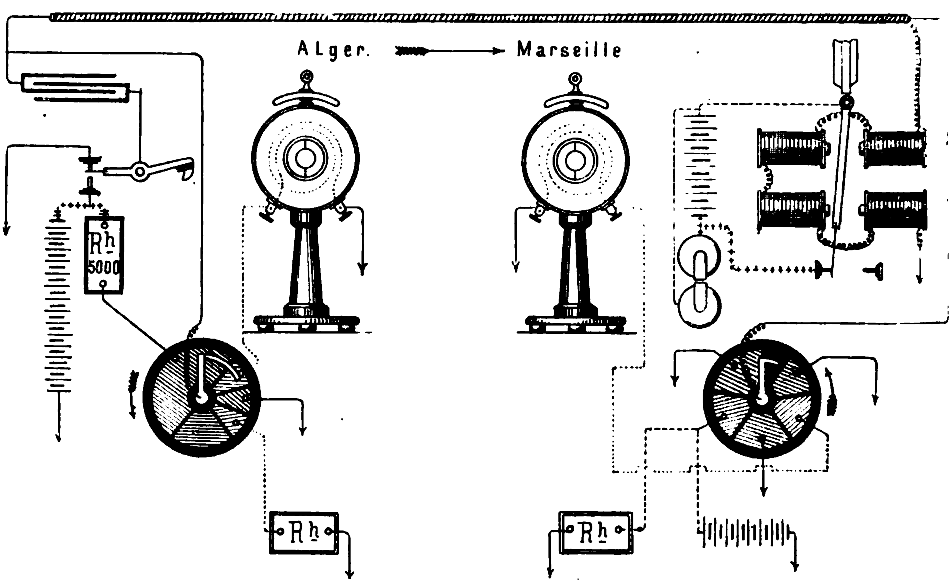


Fig. 140.

Auf der Typenradaxe des Apparates ist eine schleifende Feder angebracht, welche über eine in Sectoren getheilte Scheibe schleift; die Feder ist mit der Linie auf die, aus der Fig. 140 und dem Gesagten ersichtliche Weise verbunden. Der erste Sector nimmt $^5/_{12}$ des Umfangs ein und ist aus isolirendem Material hergestellt. Während die Feder über diesen Sector läuft, ladet der Hebel, mit welchem dieselbe mechanisch verbunden ist, den Condensator und der Strom geht von der andern Belegung in die Leitung. Sodann verlässt der Hebel den Batteriecontact, und die Belegung, welche mit diesem verbunden war, tritt an die Erde; gleichzeitig wird die andere Belegung des Condensators, welche mit dem Kabel und dem rotirenden Arme verbunden ist, durch diesen, wenn er über die anderen Sectoren gleitet, zuerst über einen Widerstand *Rh*, sodann ohne solchen und zuletzt durch ein sehr empfindliches Spiegelgalvanometer mit der Erde

verbunden; dieses Galvanometer rührt sich nicht, wenn die Entladung, wie es beabsichtigt wird, eine vollständige ist.

Auf der Empfangsstation tritt der Strom in das sehr empfindliche Relais, das ebenfalls von Mandroux construirt ist und ähnlich, wie beim Undulator von Lauritzen, vier Elektromagnetspulen besitzt, zwischen denen ein polarisirter Anker oscillirt. Das Relais löst den Hughes-Apparat aus; die Axe des Typenrades rotirt; ein ähnlicher Vertheiler bringt die Linie vorerst an einen isolirten Sector, dann an die Erde, dann an eine entladende Batterie und wieder an die Erde; auch hier zeigt ein Spiegelgalvanometer die vollständige Entladung an, was durch Zusatz von Batterien und Widerständen oder durch deren Abnahme leicht erreichbar ist.

Diese Vorrichtung functionirt seit 1881 auf einem über 100 deutsche Meilen langen Kabel ganz vortrefflich.

In der durch ihre Reichhaltigkeit so hervorragenden Bréguet'schen Ausstellung waren ebenfalls zwei für Untersee-Telegraphie bestimmte Apparate zu sehen. Beide waren von Chameroy; der eine sollte auf einem für Lichteindrücke empfindlich gemachten Streifen die Zeichen, welche von einer Lichtquelle darauf fielen, photographiren. Unter dem Einflusse des vom Kabel kommenden, in eine Spule mit vielen Windungen tretenden Stromes wendet sich ein Scheibchen, das von einem Magnet getragen wird und lässt dem Lichtstrahl so lange den Weg frei, als der Strom andauert; auf diese Weise kann man kurze oder lange Zeichen erhalten. Bei dem zweiten Apparate wird unter dem Einflusse des Stromes in einem ähnlichen Organe eine an einem isolirenden Stängelchen befestigte Lamelle so umgelegt, wie es dem Sinne der Stromrichtung entspricht; die Funken eines Rhumkorff'schen Inductors werden hiedurch abwechselnd in zwei Reihen auf einem Papierstreifen angeordnet. Die Funkenmarken auf präparirtem Papier geben die Zeichen des Telegrammes; diese Idee rührt von dem schon genannten, früh verstorbenen Ailhaud her.

Endlich sei noch der Russschreiber von Siemens & Halske erwähnt. In einem constanten magnetischen Felde hängt die beim Stromempfange sich bewegende Rolle, deren Bewegung auf einem berussten Streifen aufgeschrieben wird; hierauf wird der Russ fixirt. Der Apparat ist zur Telegraphie und zur Untersuchung unregelmässig verlaufender Ströme, besonders der Erdströme, bestimmt.

VI. Stationsrufer.

Die Einrichtungen, welche es gestatten, aus einer Reihe in eine Linie geschalteter Stationen eine bestimmte herauszurufen, sind nicht sehr häufig in Gebrauch. Es wäre jedoch für die Telephonie innerhalb gewisser, durch die Abonnentenzahl gesteckter Grenzen sehr vortheilhaft, derartige sicher functionirende Apparate verwenden zu können. In der Telegraphie bedient man sich zu dem hier gewählten Zwecke: Strom verstärkender, Strom umkehrender, synchron gehender und anderer Apparate.

In der Telephonie war der hieher einschlägige ausserordentlich elegante Umschalter von Ericsson aus Stockholm Gegenstand verdienter Bewunderung in der Ausstellung.

Von der in die Telegraphie gehörenden Stationsrufern waren in der französischen Abtheilung die in der dortigen Verwaltung üblichen Stationsrufer

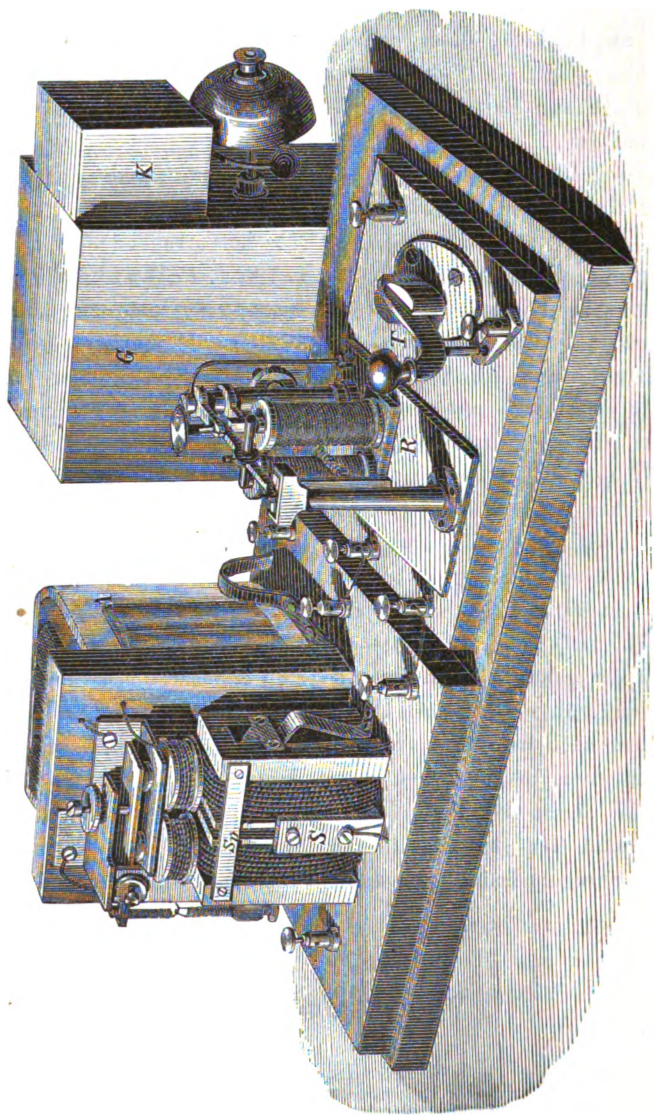


Fig. 141.

mit polarisirten Weckern für je zwei Stationen vorhanden. Abänderungen des Princips lieferten die Herren Grassi und Beux, dann Estienne und Lorin. In der belgischen Abtheilung war es der Rappel Daussin, der für mehrere Stationen brauchbar ist.

Die Oesterreicher, denen auf diesem Gebiete ebenfalls die Priorität gebührt,*) waren durch Herrn Lamberg, Telegraphen-Controlor, dessen bereits Erwähnung geschehen, vertreten. Sein Apparat, aus einem Commutator, Indicator und Läutewerk bestehend, bewegt die Zeiger auf einem Zifferblatte, auf welchem durch Zahlen die Stationsnummern angedeutet sind, durch Wechselströme, welche auf ein Steigrad dadurch wirken, dass sie die mit Häkchen versehenen Anker zweier symmetrisch aufgestellter Elekromagnete in die Zähne des Rades eingreifen machen. Die Station welche gerufen werden soll, wird auf dem ebenfalls mit Nummern versehenen Commutator durch Stehenbleiben markirt und hiedurch in der angerufenen Station an der Rückseite eines mit dem Steigrade kreisenden Keilrädchens, eine Localbatterie geschlossen; das hiedurch in Thätigkeit gesetzte Läutewerk klingelt nun so lange, bis die gerufene Station erscheint.

Endlich war in der russischen Abtheilung der Anrufapparat von Tagaitchinoff (Fig. 141) zu sehen. Seiner originellen Grundidee wegen wollen wir ihn kurz darstellen.

Jede Station erhält einen Apparat mit einem kleinen Accumulator *A*. Eine Multiplicationsspule *Sp* mit doppelter Umwindung ist dazu bestimmt, die in ihr oscillirende Magnetnadel nach rechts oder links abzulenken. Die Magnetnadel pivotirt mit ihrer Axe im Ständer *S*. Rechts befindet sich ein Messingcontact, auf welchem die Nadel aufruht, wenn die Normallage hergestellt ist; links ein Contact von weichem Eisen, welcher die dahin abgelenkte Nadel festhält. *G* ist ein Kasten, der 5 Meidinger-Elemente enthält; *K* eine Klingel, *T* ist der Taster und *R* ein Relais, durch dessen Hebel der Ruf- oder Weckstrom geht. Drückt man 30 Secunden lang den Taster irgend einer Station, so ladet sich der Accumulator des eigenen und der anderen Apparate. Die Nadel hat sich umgelegt; wird nun der Taster aufgehoben, so wird dem Strome des Accumulators eine Wirkung durch die dünnere Windung auf die Nadel eröffnet; diese wird aber noch durch den weichen Eisencontact zurückgehalten und erst unter neuerlichem Druck auf den Taster wird der Hebel des Relais so oft an den obern Contact gelegt, als man Zeichen geben will; durch das Hebel-Umlegen wird aber die Klingel in den Stromkreis, welcher durch die Batterie, den Weicheisen-Contact, Hebel und obern Contact des Relais gebildet wird, eingeschaltet.

*) Im Jahre 1849 schon wurde ein solcher Rufer den Herren Schefczik und Port in Oesterreich patentirt.

DAS

LEITUNGSMATERIAL

FÜR SCHWACHE STRÖME

VON

JOSEF KAREIS
K. K. TELEGRAPHEN-COMMISSÄR.

Mitten im glanzvollen Bilde, welches die Rotunde bot, ob sie nun von den Strahlen der Tageskönigin oder von jenen der kleinen elektrischen Sonnen durchleuchtet war, lenkte ein Netz von tausendfältigen Strängen und Drähten, gerade nicht sehr angenehm, die Aufmerksamkeit des Beschauers auf sich. Die naiveren Gäste der Ausstellung werden sich wohl kaum Rechenschaft zu geben gewusst haben über die Bedeutung dieses anscheinend aufdringlichen Gewirres von Eisen- und Kupferfäden, in welches dicke Stricke und goldglänzende Broncedrähte eine gewisse Manigfaltigkeit zu bringen bestimmt waren. So überflüssig diese Verbindungsmittel schienen, so wichtig sind sie in der That; ein kleiner Bruch solch' eines Drahtes und die schönste Musikproduction, der man mit krampfhaft an's Ohr gedrücktem Telephon lauschte — war verstummt! Ein kleiner Riss in die Hülle der Kupferstränge und — die soeben im hellsten Glanze strahlenden Lampen — verlöschen! Ja es gibt keine Thätigkeit auf elektrischem Gebiete ohne Leitungen! Von Ort zu Ort, von Stadt zu Stadt, von Land zu Land, — ja von einem Welttheile zum anderen schlingen sich die Nervenfäden der modernen Cultur, wie man die Telegraphendrähte genannt hat, und vermitteln den Nachrichtendienst für die thatenfrohe, bewegungsreiche und fortschreitende Menschheit! Die unscheinbaren schwarzen Linien, die sich längs der Strassen hinziehen, sind die Notenlinien, auf denen der Geist der Zeit seine Preisgesänge auf die Entwicklung der von ihm durchdrungenen Kräfte der Menschen schreibt. Die Kabel, welche die Erde durchziehen und den Meeresboden decken, sie repräsentiren nicht allein ein grosses Kapital an Gold — sie repräsentiren ein unglaublich reiches Können und Schaffen — weit reicher, als es der Laie zu denken vermag. Wahrlich es ist viel Wissen und viel erfülltes Wollen dazu nöthig und unerlässlich, der subtilsten und flüchtigsten aller Naturkräfte den Weg vorzuschreiben, den sie den Zwecken der Menschen entsprechend, an Schnelle mit den Boten ferner Gestirne wetteifernd, dahineilen muss!

Aller Anfang ist schwer! Lange zweifelte man an der Möglichkeit eines elektrischen Nachrichtendienstes, weil man an dem Zustandebringen der Leitungen zweifeln musste, welche ein Abfliessen der Elektricität in den Boden wirksam genug zu verhindern im Stande wären. Als man nun wirkliche Leitungen, für deren

Dauer ihre Construction eine Bürgschaft bieten konnte, zu führen anfing, da griff man zur Legung unterirdisch geborgener Drähte, die man so gut als es anging. isolirte, d. h. mit solchen Substanzen umhüllte, welche den Abfluss des elektrischen Stromes von einer zur anderen Station sicherten. Das erste Material, dessen man sich als Leiter bediente, war Kupfer: ein theurer und leicht zerstörbarer Stoff; denn der Sauerstoff der Luft und die Feuchtigkeit des Bodens griffen gleich wirksam die ersten Leitungen an; besser hielt sich das Kupfer noch an Luftleitungen und man behielt es bei diesen ziemlich lange bei.

Wir müssen jedoch, um der historischen Entwickelung des Leitungswesens getreu zu folgen, nochmals auf die unterirdischen Leitungen zurückgreifen. Im Jahre 1774 trat Lesage in Genf mit einem Vorschlage zur Führung einer Verbindung unter der Erde behufs telegraphischer Verständigung auf. Wir können leicht zeigen, wie sich der Genfer Erfinder den von ihm vorgeschlagenen Gedanken ausgeführt dachte; sein Landsmann und Epigone, Esprit Perrody in Genf, stellte im Jahre 1881 zu Paris und 1883 hier in Wien ein Röhrensystem glasirten Thones, in welchem von 2 zu 2 *m* senkrecht stehende Diaphragmen sich befanden, aus; die durchlöcherten Zwischenwände sollten die Träger der Drähte bilden. 1794 traten Reusser und Böckman*) in die Fusstapfen des Genfers; ersterer versuchte es jedoch mit Glasröhren statt mit Röhren von Steingut. Sömmering, dem die Telegraphie so viel verdankt, dachte an die Führung der Leitung unter Wasser, sein Freund Schilling von Cannstadt, nachmaliger russischer Staatsrath, Erfinder eines Nadeltelegraphen, dachte an eine in einem Strange vereinigte Seilleitung, die zum Telegraphiren sowohl als zur Entzündung von Pulver hätte dienen sollen. Wenn wir nun sagen, dass Ronalds, Ampère, Fechner u. A. sich mit dem Gedanken der Herstellung unterirdischer Leitungen befassten, so sehen wir, welche Geister an der Wiege dieses Sprösslings der jungen Anwendung der Elektricität Pathe standen.

Der erste eigentliche Telegraphendraht aber war der, welchen Gauss und Weber 1833 in Göttingen zwischen dem physikalischen Cabinete der dortigen Universität und zwischen der astronomischen Warte spannten, er war von Kupfer: aber schon 1837 griff Steinheil zum Eisen, denn die von ihm hergestellte Telegraphenleitung von München (Physikalisches Cabinet) nach Bogenhausen, dann vom Cabinete in Steinheils Wohnung und von der Akademie in die mechanische Werkstätte der Akademie. Im Jahre 1838 machte Steinheil die Entdeckung, dass um telegraphiren zu können, es nicht unumgänglich nöthig sei, von einem Pol der Batterie zum anderen über die Stationen mittelst eines zweiten Drahtes zurückzukehren, sondern dass man die Erde als Rückleitung benützen könne. Diese grosse, dem verdienten Bahnbrecher von der Gunst des Zufalles in den Weg geworfene Entdeckung dankt das Leitungswesen seinen ungeahnten Aufschwung.

In Amerika schlug Morse 1837 die oberirdischen Linien mit raschem Erfolge vor und bald darauf bemächtigten sich die Engländer des Baues von Telegraphenlinien im ausgedehntesten Maasse. Wheatstone, der erst vor wenigen Jahren (1875) starb, hatte im Jahre 1837 die ersten Telegraphendrähte theils in

*) Zetzsche's Handbuch der Telegraphie Bd. I. pag. 153.

den Boden, theils oberirdisch geführt; aber auch schon damals, nämlich im Jahre 1837, dachte Wheatstone an die Legung einer unterseeischen Linie, welche Dover mit Calais verbinden sollte. Die Kindertage der elektrischen Telegraphie lesen sich in unserer schnelllebigen Zeit schon jetzt, wo kaum viel mehr als ein Menschenalter darüber verflossen ist, wie die Märchen einer fernen Periode. Die Thaten der ersten Unternehmer gemahnen an die Kühnheit der ersten Entdecker fremder Welttheile in dem Zeitalter des grossen Genuesers! Allerdings musste man mit der Verwirklichung der Idee Wheatstone's bis 1851 warten. Im April 1843 aber schon regte der vom Erfolge seiner Erfindungen getragene Morse in einem Briefe an den Schatzsecretär der Vereinigten Staaten die Herstellung einer Verbindung zwischen Europa und Amerika an.

Es wäre ziemlich schwierig zu entscheiden, wem auf diesem ruhmbedeckten Gebiete die Ehre zufällt, der wahre Erfinder zu sein; der erste Erfolg fiel 1851 Brett und Crampton zu, wovon ersterer den Entwurf machte, den Crampton in seiner Gemeinschaft verwirklichte.

Ein Jahr zuvor (1850) war indess, für wenige Stunden Dauer, ebenfalls ein Kabel in die See gelegt worden, das, nachdem einige Depeschen zwischen England und Frankreich durch dasselbe gesandt wurden, der Unkenntnis einiger Fischer zum Opfer fiel. Die Reste dieses Kabels wurden nach siebenundzwanzigjährigem Verweilen auf dem Meeresgrunde aufgesucht und die Guttapercha in vorzüglichem Zustande angetroffen. Theile dieses und anderer aus der Tiefe aufgefischter Kabel zeigte man in Paris, London und Wien auf den Ausstellungen und zu Paris war es, wo Mr. Willoughby Smith vor der zu Paris am 21. September 1881 abgehaltenen ausserordentlichen Versammlung der „Society of Telegraph Engineers and of Electricians“ eine Vorlesung über die Kindertage der elektrischen Telegraphie hielt und in humoristischer Weise auf die Einfachheit der Construction und der Vorrichtungen, deren man sich beim Versenken des ersten Kabels bediente, hinwies.

Das so gelegte Kabel hatte nur eine Kupferader gehabt; allein im Jahre 1851 wurden 4 Kupferdrähte mit zwei Lagen Guttapercha umhüllt, diese Hüllen selbst mit einer Armatur dicker Eisendrähte umgeben und all' das unter Anwendung heute ganz unglaubhaft scheinender Consructionsweisen nach einem siegreich durchgekämpften Patentstreite am 17. September 1851 fertig gestellt. Das Regierungsschiff „The Blazer“ war von einem zweiten „The Fearless“ begleitet, am 24. desselben Monates in See gestochen. Bei der Annäherung des ersteren Schiffes an die französische Küste bei Calais — man war von South Foreland ausgesegelt, fand man das Kabel zu kurz, weil das stürmische Aequinoctialwetter während der Auslegung ganze Stücke wegzuschneiden gezwungen hatte. „Noch nie“, sagt Mr. W. Smith, „ward ein so andauernder Kampf zwischen Geist und roher Naturkraft gekämpft, als an jenem denkwürdigen Tage; zu bedauern war es, dass die letztere auf einige Zeit den Sieg davontrug.“ —

Doch es gab hier kein Zagen; man behalf sich mit den Resten der Kabelstücke und legte sie in die Bai vor Calais; die Enden verband man mit den, in der Eisenbahnstation zu Calais bereit stehenden Apparaten und am 30. September 1851 gingen die ersten Depeschen zwischen England und Frankreichs Küste.

Am 19. October ersetzte man das Flickwerk des französischen Kabelendes durch ein mittlerweile fertig gewordenes gutes Stück und am 19. November begann die Correspondenz für das grosse Publikum und — das Kabel dient — kleine Unterbrechungen abgerechnet — noch heute seinen Zwecken.

Dieser erste gelungene Versuch erleichterte den nachfolgenden Unternehmungen den beschwerlichen Pfad, indem Muth und Geld solchen Werken sich in ausgiebigem Maase zuwandten. Die Hast jedoch, mit welcher manche Kabellegung vollzogen wurde, brachte die besten Absichten zu Falle.

Im Juni 1852 z. B. sollte ein Kabel zwischen Irland und England versenkt werden; man fand dasselbe nach zweimaliger Umladung schon auf dem Lande fehlerhaft; man versenkte es und konnte später ungeachtet aller Bemühungen dasselbe nicht mehr betriebsfähig machen. Schlechte Constructionen und die Unbill der Witterung bei der Legung vereitelten noch so manchen Versuch. Doch gelang noch im selben Jahre die vierfache Verbindung zwischen England und Holland und eine Verbindung zwischen England und Belgien.

Im Jahre 1853 machte man in England Versuche, unterirdische Kabel einzuführen, gegen welche, nachdem sie sich der damaligen unzulänglichen Constructionsweisen wegen nicht bewährt, man jetzt noch dort eingenommen ist und nur aus ökonomischen Rücksichten sich dagegen ablehnend verhält.

Trotz der grossen Schwierigkeiten brachte man im Jahre 1851 bereits eine Kabellänge von 1600 engl. Meilen auf; man dachte nun weit genug vorgeschritten zu sein, um eine Verbindung zwischen England und Amerika herzustellen. Die Tiefseemessungen und Sondirungen ergaben ein ziemlich günstiges Resultat; den Meeresboden fand man, obwohl von einzelnen steilen Aufragungen durchfurcht, im Ganzen und Grossen so gestaltet, als hätte die Natur bei ihrer Bildung desselben die späten Bedürfnisse des Menschen vorgeahnt.

Wir müssen, angesichts des vorliegenden Zweckes, es uns versagen die Geschichte der Entwicklung des unterseeischen Leitungswesens zu schreiben. Wir wollten nur in grossen Zügen das Bild vorweisen, welches der gegenwärtige Zustand der Telegraphenlinien darbietet, um hieran, der Vollständigkeit halber. noch die Längen der jetzt existirenden Untersee- und Landlinien anzuschliessen.

Es existiren gegenwärtig 23 Kabelcompagnien; die Regierungen der maritim entwickelten Staaten weisen auch einen bedeutenden Besitz an Kabeln auf; alles zusammen liegen gegenwärtig 731 Kabel auf der Welt mit der Gesammtlänge von 165.636 *km* mit 182,511 *km* Draht des reinsten und leitungsfähigsten Kupfers. Eine Flotte von 30 grossen Seeschiffen dient zur Legung und zur Ausbesserung gelegentlich eintretender Schäden. Das grösste dieser Schiffe ist der „Faraday“ des Hauses S i e m e n s B r o t h e r s & C o. in L o n d o n. Der Werth der Kabel und der Schiffe beziffert sich auf 30,000.00 Pfund Sterling. Die Landlinien haben die ungefähre Länge von 700.000 *km* mit 2,119.000 *km* Draht; der Kapitalswerth dieser Leitungen wird durch die Summe von 245.000.000 fl. repräsentirt. Es zeigt sich somit, dass die Leitungen eine ungeheure Kapitalsanlage repräsentiren und der weitaus kostspieligste Factor in der Telegraphie sind.

Die u n t e r s e e i s c h e n Leitungen blieben nun beim K u p f e r, während die o b e r i r d i s c h e n der Festigkeit und der geringeren Kosten halber das E i s e n

räthlicher erscheinen lassen. Während jetzt die relativ grosse Leitungsfähigkeit des Kupfers bei geringerem specifischen Gewicht, dasselbe für Untersee- und Erdkabel ziemlich unersetzlich erscheinen lassen, wenn, wie wir später sehen werden, die Siliciumbronce nicht an Stelle des Kupfers treten sollte, war dies vor einigen Jahren nicht so ganz der Fall.

Kupfer, in chemischer Reinheit gewonnen, gibt ein vorzügliches Leitungsmaterial ab; allein mit der Verunreinigung nimmt der Leitungswerthe ziemlich rasch ab. Im Jahre 1860 machte der Physiker Matthiessen eingehende Studien über den Zusammenhang zwischen Leitungsfähigkeit und chemischer Beschaffenheit des Kupfers. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen spiegeln sich in den Verbesserungen, die bei der Fabrikation der Kabel Eingang fanden. Nachfolgende Tabelle gibt die Stufenfolge deutlich wieder, in welcher die Leitungsfähigkeit des Kupfers zunahm:

Das Kabel	Dover - Calais	im Jahre	1851	enthielt	Kupfer	von	42·00%	Leitungsfähigkeit
„ „	Portpatrick-Donaghadee		1852	„	„	„	46·00	„
„ „	im atlantischen Meere		1856	„	„	„	50·00	„
„ „	„ rothen „		1857	„	„	„	75·00	„
„ „	Malta-Alexandria		1861	„	„	„	87·00	„
„ „	im persischen Golf		1863	„	„	„	89·00	„
„ „	im atlantischen Meere		1866	„	„	„	96·00	„
„ „	von Irland		1883	„	„	„	97·00	„
und reines Kupfer hat volle						. . . . .	100·00	„

Das sind die Fortschritte der Fabrikation hinsichtlich der chemischen Reinheit des Leitungsmateriales!

Die unterirdischen Leitungen sind hauptsächlich in der Telegraphie des Deutschen Reiches und Frankreichs vertreten. Man hat dem Beispiele dieser beiden Länder nicht überall folgen können und mögen. Dem Deutschen Reiche kosten seine 5500 *km* Kabel mit 37.400 *km* unterirdischen Leitungen an die 38,000.000 Mark und in Frankreich werden die dortigen unterirdischen Leitungen 60,000.000 Francs verschlingen, wenn das jetzt schon sehr umfangreiche Netz vollständig ausgebaut sein wird. Gegenwärtig sind 3300 *km* Kabel mit 18.000 *km* Leitung fertig gestellt. In England nimmt man den unterirdischen Leitungen gegenüber einen andern Standpunkt ein; die Umwandlung der dortigen oberirdischen Linien in unterirdische würde riesige Summen verschlingen; man spricht von 50,000.000 Pfd. Sterling. Auch in Oesterreich denkt man an diese Metamorphose vorläufig nicht und noch weniger in Russland, wo die langen Strecken, denen man durch ausserordentlich gutes Leitungsmaterial und vortreffliche Constructionen sichere Telegraphenlinien zu geben beflissen ist, schwerlich mit Kabeln werden versehen werden. Ebenso wenig dürfte man in Italien zu unterirdischen Anlagen greifen.

Wie sich diese grossen Verhältnisse in den Objecten der Ausstellung repräsentirten, wollen wir durch Anführung der einzelnen Leistungen zu schildern versuchen.

I. Die unterirdischen Leitungen.

Die englische Telegraphen-Verwaltung stellte die Proben der von Wheatstone im Jahre 1837 zwischen Camden und Camden gelegten unterirdischen Linie als historische Seltenheit aus. Die grossartigste Kabelschau bot die Telegraph Construction and Maintenance Company dar. Die prachtvolle Exposition zeigte ebenfalls ein historisches Stück, nämlich ein Stück des 1851 zwischen Dover und Calais versenkten Kabels. Sehr instructiv war der Vorgang dargelegt, der beim Anfertigen eines „Bundes" beobachtet wird. Die Zusammenfügung zweier Kabelenden ist nämlich eine der wichtigsten Operationen beim Legen eines Kabels. Die Compagnie stellte aber auch eine Collection von Mustern aus, wie sie eben nur diese Firma auszustellen vermag; dieselbe hat sich ruhmreich an der Ausbreitung der unterseeischen Leitungen betheiligt: es sind in allen Welttheilen Kabel von ihr gelegt worden, deren Totallänge 71.000 englische Meilen oder 128.000 *km* beträgt. Es sind somit nahezu mehr als zwei Drittheile aller Kabel von dieser Gesellschaft versenkt worden; der Chef-Elektriker derselben, Willoughby Smith, ist es, dem man die besten Versenkungs- und Messmethoden der Kabel verdankt; es ist derselbe, der bei seiner Verwendung des Selens als Widerstandsrolle dessen Fähigkeit entdeckte, unter Belichtung den Widerstand zu ändern, was später zur Construction des Photophons benützt worden ist.

Eine kleinere Exposition hatte die Gutta-Percha and Telegraph Works Company veranstaltet; dafür war aber die Gesellschaft auch in der französischen Abtheilung vertreten, wo Kabel von ihr für unterirdische, unterseeische und Telephonleitungen exponirt wurden.

Nebst den englischen Ausstellern brillirten mit Kabeln: die Firma Menier, die französische Telegraphenverwaltung, die Kriegsverwaltung und in der dänischen Abtheilung die Nordische Telegraphen-Gesellschaft. Diese letztere Gesellschaft hat 10 Kabeln in den Gewässern, welche Dänemark, Schweden, England und die Nordküste Frankreichs umspülen; sie haben eine Länge von 2618 engl. Seemeilen. Im Osten Asiens umfasst sie die Küsten von Japan, China, Chorea und Russland mit ihren 7 Kabeln; dieselben verbinden einzelne Punkte dieser wichtigen Stapelplätze des östlichen Handels in einer Länge von 3200 englischen Seemeilen. Die auf den Linien dieser Gesellschaft functionirenden Undulatoren von Lauritzen haben wir schon beschrieben.

Von den beiden grossen deutschen Kabelfabriken, Siemens & Halske und Felten & Guilleaume hatte erstere Abbildungen ihrer Kabelerzeugungsstätten und letztere ein ansehnliches Lager von Kabelproben exponirt. Letztere Firma, die in Carlswerk bei Mühlheim ihre Kabel erzeugt, beschäftigt daselbst

2000 Arbeiter und setzt dort eine Betriebskraft von 1500 Pferdekräften in Thätigkeit. Was die Fabrik leistet, davon weiss die deutsche Reichstelegraphie etwas zu sagen; ihre Kabel haben sich im Betriebe vorzüglich bewährt; von der Gesammtlänge der deutschen unterirdischen Kabel hat das Carlswerk etwas mehr als die Hälfte geliefert.

Die Eastern Telegraph Company, bei welcher Thomson's Syphon recorder benützt wird, disponirt über eine Kabellänge von 8431 Seemeilen; darin ist auch die Strecke Corfu-Triest enthalten; auch war die Kabelkarte der Gesellschaft in der Ausstellung zu sehen.

In Kabeln konnte man auch sehr schöne Muster und Proben bei der Ausstellung der russischen Telegraphen-Verwaltung bemerken; man fand dortselbst: das Sachalin-Kabel, welches von der Insel Sachalin nach Alexandrowsky Pos führt und im Jahre 1881 gelegt wurde, die Probe des im Jahre 1879 gelegten caspischen Kabels, die Kabeln der Ostsee, des baltischen Meerbusens, der Ostküsten des Riesenreiches, die des schwarzen Meeres, sie waren alle vertreten.

Die französische Telegraphenverwaltung gebietet über ein Regierungsnetz von ungefähr 1200 *km* Länge; auf einem Theile derselben, dem Kabel Algier-Marseille functionirt bekanntlich der Typendruck-Apparat Hughes, nach dem System Ailhaud-Mandroux eingerichtet. Frankreich hat sich im Telegraphen- wie im Leitungswesen des grössten Fortschrittes befleissigt; die unterirdischen Leitungen z. B. werden dort ohne die schützende Armatur der Kabel, wie wir sie in Deutschland finden, in gusseiserne Röhren gelegt; es ist dies allerdings mit dem Uebelstande verbunden, dass die von uns bereits oben als kritisch bezeichneten Bünde häufiger gemacht werden müssen, allein man scheint in Frankreich dem Uebelstande beigekommen zu sein.

II. Die oberirdischen Leitungen.

Auch im oberirdischen Leitungsmateriale hat Frankreich den grössten Fortschritt aufzuweisen; wir müssen die Erzeugung der Broncedrähte unbedingt als solchen bezeichnen und fangen mit der bedeutendsten Repräsentation dieses Gegenstandes die Schilderung an.

1. Die Siliciumbroncedrähte.

Die Siliciumbroncedrähte dienen gegenwärtig meist zur Herstellung von Telephonleitungen. So fand man in der Rotunde, und zwar in der französischen Abtheilung, das Modell der in Rheims durchgeführten Leitungsanlage für das dortige Fernsprechnetz. Das Ausstellungsobject von Lazare Weiller in Angoulême geben wir in umstehender Abbildung (Fig. 142). In dem Kasten, welcher durch Ständer nach dem System André überragt war, trug ein feiner Siliciumbroncedraht vier Gewichte von je 50 *kg*; von den eben erwähnten Ständern führten mehrfach verzweigte Drähte zu verschiedenen Telephon-Apparaten in der Rotunde.

Die für den praktischen Gebrauch meist eingeführten Qualitäten dieses Materials sind wie folgt beschaffen:

Zugfeste, unoxydirbare Drähte im Vergleiche zu reinem Kupfer	Leitungs-Widerstand auf 1 *km* bei 0° C. der Drahtstärken von *mm*						Relative Leitungsfähigkeit bei 0° C.	Absolute Festigkeit für 1 mm^2 Querschnitt	Gewicht von 1000 *m* der Drahtstärken von *mm*					
	0·8	1·0	1·1	1·25	1·5	2·0			0·8	1·0	1·1	1·25	1·5	2·0
	Ohm							*kg*	*kg*					
Reines Kupfer	32·14	20·57	17·00	13·18	9·13	5·14	100	28	3·90	6·10	7·38	9·56	13·79	24·61
Patent-Siliciumbronce für Telegraphen	33·25	21·28	17·58	13·63	9·45	5·32	97	45	4·48	7·60	8·47	10·94	15·75	28·00
Patent-Siliciumbronce für Telephone	103·98	66·55	55·00	42·59	29·57	16·64	31	80	4·50	7·03	8·50	11·00	15·81	28·10

Zur Berechnung der Spannweite *a* dient bei Telegraphendrähten die Formel:

$$a = \sqrt{\frac{8\, f \,.\, T}{p}},$$

in welcher: $T = {}^1/_4$ der absoluten Festigkeit von 1 mm^2 Querschnitt;
p = das specifische Gewicht des Drahtes;
f = den üblichen Durchhang zu 0·75 angenommen, bedeutet;

der Durchhang f würde demnach ausgedrückt durch: $f = \frac{a^2 p}{8 T}$. Da in der ersten Formel p, das ja hier viel geringer ist, als bei anderen Materialien im Nenner steht, so wird a gegenüber Drähten aus anderem Leitungsmateriale bedeutend grösser; ebenso wird f, der Durchhang, kleiner.

Den für die Dauerhaftigkeit des Leitungsmateriales bedeutungsvollen atmosphärischen Einflüssen, welche in erwähnter Formel nicht berücksichtigt erscheinen, muss dennoch unumgänglich Rechnung getragen werden. — Bei zwei Drähten von verschiedenem Durchmesser, jedoch gleichem Festigkeits-Coëfficienten, wird unter Beobachtung ein und desselben Durchhanges und der gleichen Spannweite die Möglichkeit eines Bruches bestimmt nicht gleichmässig sein; unbestreitbar wird der dünnere Draht dem Angriffe des Windes, der Belastung durch Schnee und Eisbildung, wie jedem Temperaturwechsel etc. weit besser widerstehen.

Des geringeren Gewichtes wegen können die Stützpunkte mit viel mehr Drähten bespannt werden, welcher Umstand besondere Beachtung verdient, und auch mitbestimmend für die so ausgedehnte Anwendung der Telephondrähte ist. Telegraphendraht von 2 *mm* Durchmesser hat einen Widerstand, welcher dem des 5 *mm* Eisendrahtes bei 0° C. nahezu gleichkommt.

Bei einer, dem vorerwähnten Widerstande entsprechenden Leitungsfähigkeit von 96% beträgt die absolute Festigkeit des Siliciumbroncedrahtes

45—50 *kg* per 1 *mm*², wogegen jene des geringleitungsfähigen Eisendrahtes nur 30—40 *kg* beträgt.

Das Gewichtsverhältnis beider Drahtsorten ist 1 : 6·4.

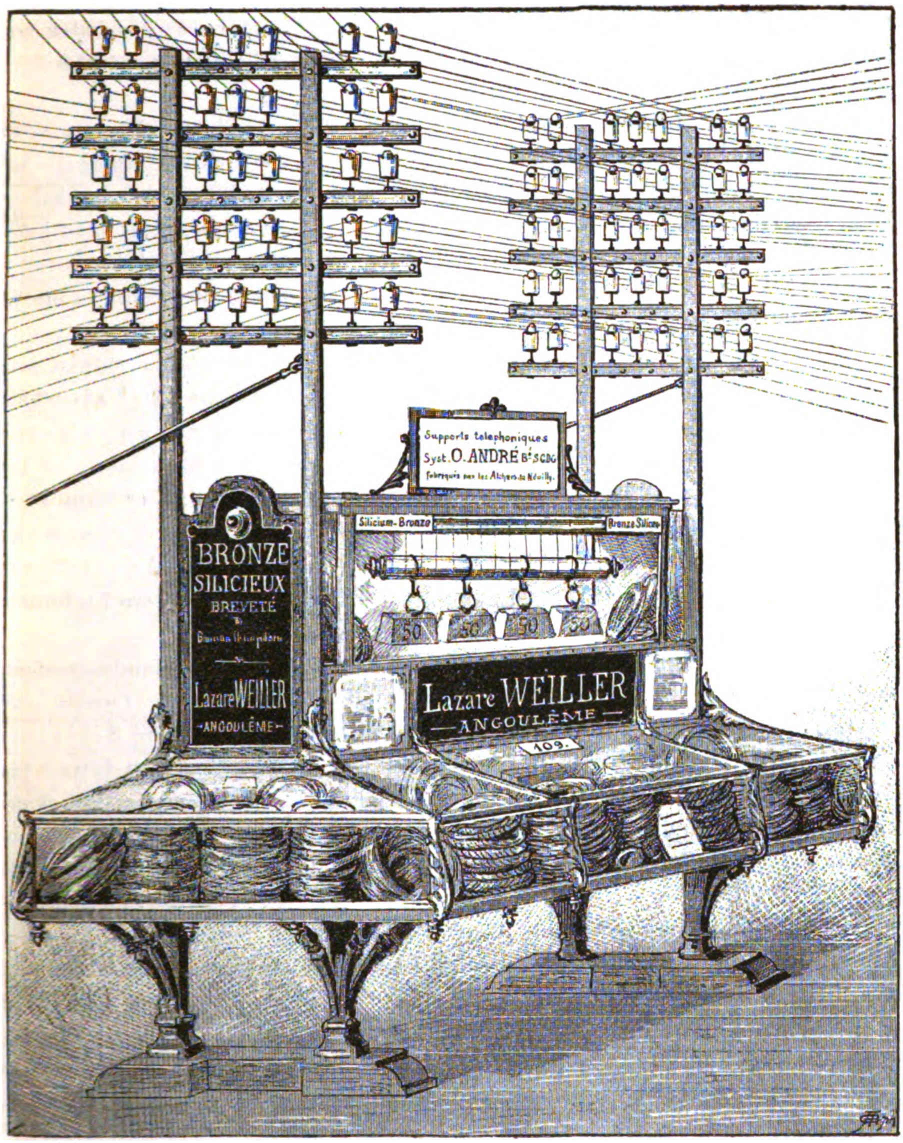


Fig. 142.

Eisen- und Stahldraht ist, so zu sagen, werthlos, sobald er gänzlich ausser Gebrauch kommt, während die Siliciumbroncedrähte immer einen hohen Metallwerth behalten. Wenn daher solcher, einmal doch ausser Gebrauch gesetzter, alter Draht endlich veräussert werden sollte, ist ein angemessen hoher Preis, welchen auch die Fabrik selbst rückvergütet, überall zu erlangen.

Der früher angeführten Formel zufolge können bei gleichem Durchhange mit Patent-Siliciumbroncedraht beträchtlich grössere Spannweiten angewendet werden, als bei Eisendraht, oder, falls die Leitung an schon bestehenden Säulen fortgeführt werden soll, wird mit gleichem Durchhange als bei Eisendraht, ein bedeutend günstigerer Sicherheits-Coëfficient geboten sein. Die Stützpunkte können unzweifelhaft mit 6mal mehr Siliciumbroncedrähten, als Eisendrähte zulässig sind, belastet werden.

Die absolute Festigkeit des Siliciumbroncedrahtes lässt sich in beliebigem Verhältnisse erhöhen, soweit gleichzeitig die Leitungsfähigkeit vermindert sein kann; ebenso ist eine stärkere Leitungsfähigkeit bei verhältnissmässiger Verminderung der Festigkeit zu erzielen. Siliciumbroncedraht wird jedoch bei fast gleicher Leitungsfähigkeit wie Silber immer noch eine absolute Festigkeit von 44 *kg* per 1 mm^2 Querschnitt besitzen, dehnt sich daher auch keineswegs wie jeder, selbst noch so gehärtete Kupferdraht aus.

Der Siliciumbroncedraht ist ausser für zahlreiche elekrische Leitungen jeder Art, wie in allen anderen Ländern, auch in Oesterreich für die Telephonnetze von Wien, Prag, Triest, Graz, Lemberg, Krakau, Czernowitz, Reichenberg, Bielitz-Biala, Brünn und noch für andere im Bau begriffene Städteanlagen ausschliesslich verwendet; ausserdem ist er zum Theile für das ungarische Telephonnetz und für viele Eisenbahn- und Feuerwehr-Telegraphen und war auch für die aus Anlass der elektrischen Ausstellung in Wien errichteten Linien für telephonische Uebertragung auf weitere Entfernung benützt worden.

Ausser den Drähten für elektrotechnische Zwecke wird Siliciumbroncedraht jeder Beschaffenheit für andere technische und industrielle Zwecke (wie Drahtseil- und Metalltuch-Fabrikation u. s. w.) verwendet; ferner wird Siliciumbronce und Phosphorbronce in Barren und bearbeitetem Guss für Lager und Bestandtheile für dynamo-elektrische und andere Maschinen fabricirt. Beim Leitungsbau von Linien in der Länge von 1000 *km* ergibt die Anwendung von Siliciumbronce gegenüber dem minder leitungsfähigen Eisendraht ein Ersparnis von 30%.

Es sei noch bemerkt, dass der bekannte Typendruck-Multiplex von Baudot auf Leitungen von Siliciumbronce zwischen Paris und Bordeaux sehr sicher und flott arbeitet. Wenn die Multiplex-Telegraphie auf grosse Distanzen eingeführt werden soll, dann dürfte der Siliciumbroncedraht noch zu grosser Geltung gelangen. Der Betrieb mit solchen Apparaten auf internationalen Leitungen hätte seine unleugbaren, besonders was die Börsencorrespondenzen betrifft, in's Auge springenden Vortheile.

Die unterirdischen Leitungen genügen für diesen Zweck wegen der hier ungemein störenden Ladungserscheinungen nicht; schon der einfache Hughes-Apparat muss bei einer Leitungslänge von 400 *km* bei Kabeln die Umdrehungszahl seines Schlittens auf 109 herabsetzen, während Luftleitungen bei 1000 *km* Länge eine Rotationsgeschwindigkeit von 120 bis 130 per Minute leicht gestatten. Sollte nun gar ein Multiplex in Anwendung kommen, so würde man mit unterirdischen Leitungen schwerlich sich abfinden können; der gewöhnliche Eisendraht

müsste aber, um einen entsprechend geringen Widerstand zu erhalten, einen Querschnitt von 50 mm^2, d. h. einen Durchmesser von 8 *mm* haben, wenn man den zwischen Paris und Bordeaux erprobten Betrieb, z. B. auf die Strecke Paris-Wien in Anwendung bringen wollte. Der Siliciumbroncedraht könnte nun in einer Dicke von $3^1/_2$ *mm* angewendet und bei sorgfältiger Isolirung, welche ja wegen Zulässigkeit grösserer Spannweiten leichter realisirbar wäre, denselben Widerstand erhalten, den der Draht zwischen Paris und Bordeaux hat und nahezu die gleiche Betriebssicherheit gewähren. Die Vortheile der unmittelbaren Correspondenz zwischen Börsenplätzen und Verkehrscentren liegen auf der Hand; der wirthschaftliche Gewinn ist ein grosser; technisch betrachtet kommt zu den schon angeführten Vorzügen eines solchen Betriebes der Wegfall von Uebertragungs- und Uebertelegraphirungsstellen in Betracht zu ziehen. Die Erweiterung dieses Vorganges, d. h. die Anwendung desselben auf Verbindung aller europäischen Börsen- und Geschäftsplätze ersten Ranges eröffnet eine vielverheissende Perspective.

Das geringere specifische Gewicht in Verbindung mit den anderen, schon genannten physikalischen Eigenschaften der Siliciumbronce bieten Aussicht auf dessen Verwendung bei der Kabelfabrikation selbst, namentlich bei Unterseekabeln. Die mächtige Seeflotte von 30 grossen Schiffen für Legung der Seekabel in ihrer gegenwärtigen Gestalt könnte entweder reducirt werden, oder bei ihrem gegenwärtigen Bestande viel mehr leisten, wenn man sogenannte „leichte Kabel" anwenden dürfte. Dass diese Frage eine brennende ist, beweist die etwas scharfe Discussion, welche über diese Angelegenheit in einer Sitzung der Society of Telegraph Engineers and Electricians vor Kurzem geführt wurde. Im Jahre 1874 hätte sich sogar eine Gesellschaft mit dem Capital von 380.000 Pfund Sterling bilden sollen, um die Legung eines „leichten Kabels" zwischen England und Amerika über die Azoren zu bewirken. Der Tarif für ein auf solchen Kabeln zu beförderndes Wort, hätte 1 Schilling betragen. Das Vertrauen in die Durchführbarkeit des Projectes, obwohl Männer wie Varley und Sabine es befürworteten, fehlte und es verschwand in dieser Form für immer von der Tagesordnung. Vielleicht liesse sich die Frage im Hinblick auf die seitdem entdeckte Siliciumbronce nochmals zum Gegenstande sachlicher Erwägung machen, da man in diesem Materiale die Zähigkeit des Eisens, sowie die Geschmeidigkeit und Leistungsfähigkeit des Kupfers findet. Das bedeutend geringe specifische Gewicht, sowie die grössere Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einwirkungen dürften gerade für solche Zwecke sehr in Betracht kommen.

Das geringere Gewicht scheint der Siliciumbronce auch in ihrer Verwerthung für Kriegs-Telegraphenzwecke das Wort zu reden, da durch ihre Anwendung bei gleicher Belastung die Ausrüstung eine nahezu vierfache Verlängerung des Leitungsmateriales, also eine wesentliche Verbesserung erfahren würde.

2. Die Phosphorbroncedrähte.

Wie die Siliciumbroncedrähte der Firma Lazare Weiller, so machen auch die Phosphorbroncedrähte von Montefiore Levi aus Anderlacht-

Brüssel Anspruch darauf, sich für die Kupfer- und Eisenleitungen in der Elektrotechnik zu substituiren.

Die gegen den Gebrauch der Phosphorbronce zu den genannten Bedürfnissen gemachten Einwendungen können, wenn man überdies noch die kurze Dauer des Bekanntseins beider Materialien in Anschlag bringt, nicht als einwurfsfrei bezeichnet werden; es kann aber nicht in Abrede gestellt werden, dass die Siliciumbronce immer mehr Boden gewinnt. Phosphorbronce für Telephonleitungen mit 1·2 *mm* Durchmesser, sowie andere, für den gleichen Zweck mit 1·7 *mm* Durchmesser, und 1·5 *mm* starke Drähte für elektrische Beleuchtung scheinen die diesfalls vorgenommen Prüfung auf Festigkeit und Widerstand gut bestanden zu haben.

Die Angaben der Firma selbst wollen wir in Kürze wiedergeben. Für Telegraphenleitungen bestimmter Phosphorbroncedraht von 1·6 *mm* Durchmesser wiegt per Kilometer 18 *kg* und hat die Leitungsfähigkeit eines Eisentelegraphendrahtes von 4 *mm* Durchmesser, der sechsmal schwerer ist.

Für telephonische Zwecke erreicht der angewendete 1·25 *mm* starke Phosphorbroncedraht die absolute Festigkeit von 100 *kg*. Der Kilometer dieses Drahtes wiegt 11 *kg* und die Leitungsfähigkeit desselben genügt für den vorliegenden Zweck vollständig.

Wir sind in der Lage über die Preise des Phosphorbroncedrahtes, wie sie gegenwärtig von der obgenannten Firma gehalten werden, einige Angaben zu machen:

Drahtstärke in Millimeter	Gewicht in Kilogramm per Kilometer	Preis per Kilogramm	
		fl.	kr.
1·25	10·0	3	20
1·80	22·8	3	—
2·00	28·2	3	—
4·00	112·8	2	90
4·50	142·8	2	85
5·00	176·3	2	85

Wir hätten noch hinzuzufügen, dass die Phosphorbroncedrähte zum Ausbau des Telephonleitungs-Netzes in Belgien angewendet worden sind. Versuchsweise hat auch die belgische Telegraphenverwaltung zwei Drähte von Phosphorbronce zwischen Brüssel und Antwerpen (40 *km* Entfernung) zu telegraphischen Zwecken spannen lassen, die nach erhaltenen Mittheilungen sich vorzüglich bewähren sollen.

3. Die Kupfer- und Gussstahldrähte.

Die österreichische Industrie für Leitungsmateriale hat in den Firmen Anton Bondy & Sohn und Franz Tobisch in Wien recht verdienstvolle Vertreter. Ihre Ausstellungs-Objecte sind in den Fig. 143 u. 144 veranschaulicht.

Die wesentlichen Erfordernisse aller Leitungen: Reinheit des verwendeten Kupfers und gute Isolirung der aus demselben erzeugten

Kabel, dürften hier, beim Zusammenwirken der beiden Firmen, in jenem Maasse erreicht worden sein, welches zur heimischen Verwendung und zur Concurrenz mit den Erzeugnissen des Auslandes durchaus erforderlich ist.

Zur Anfertigung der Drähte selbst bedient sich die Firma Bondy des in der norddeutschen Affinerie auf elektrolytischem Wege gewonnenen Metalls von 99·95% Kupfergehalt. Weder englisches, noch das durch den gewöhnlichen Schmelzprocess gewonnene amerikanische Lake-superior-Kupfer, liessen eine dem Erzeugnisse so vortheilhafte Verwendung zu, als das deutsche Material.

Die Behandlung des chemisch reinsten Kupfers selbst erfordert grosse Sorgfalt und eine ausgiebige Erfahrung, damit weder chemische Verunreinigung eintrete, noch die mechanische Behandlung die Leitungsfähigkeit beeinträchtige.

Diese wird nun von den Erzeugern auf 59·5 angegeben, während das auf galvanischem Wege gewonnene, ganz frisch verwendete Kupfer, mit Quecksilber bei 0° C. verglichen, eine Leitungsfähigkeit von 60 aufweist; bekanntlich setzen schon sehr kleine Beimengungen von Arsen oder Sauerstoff das Leitungsvermögen sehr erheblich herab und ¼% Bleizusatz macht Kupfer schon brüchig. Diese und noch viele andere Umstände lassen die Sorgfalt, welche bei Herstellung guten Leistungsmateriales beobachtet werden muss, in ihrer wahren Bedeutung erscheinen.

Die 34 *mm* starken Kupferbarren, derer sich die Firma Ganz & Co. in der Rotunde als Leitung von ihrer grossen Wechselstrommaschine bis zum Theater in der Ostgalerie bediente, waren von Anton Bondy & Sohn geliefert worden. Auch die von der Maschinenhalle zu den Räumen der wissenschaftlichen Commission geführten starken Drähte wurden von diesem Hause beigestellt.

Bei der Fabrikation von Leitungsmaterial kommt es auch darauf an, möglichst lange Adern, aus einem Stücke bestehend, zu erhalten; Drähte von 4—7 *mm* Stärke mit einem Gewichte von 65 *kg* werden in einem einzigen Ringe hergestellt.

Die Isolirung des Leitungsmateriales ist die zweitwesentliche gleichwichtige Bedingung zur Fertigstellung eines befriedigenden Erzeugnisses. Schon während und nach der Ausstellung in München vermehrte sich die Nachfrage nach Licht- und Telophonkabeln, welche Tobisch anfertigte, in erheblichem Maasse. Die Wiener Ausstellung dürfte eine neue Etape auf diesem erfreulich fortschreitenden Wege heimischer Arbeit gebildet haben.

Seidendrähte von 0·1 bis 5 *mm* Stärke, ferner Kabel, welche 7, 9, 19, 49, 55, ja selbst 343 Drähte enthalten, bildeten die Bestandtheile des Ausstellungsobjectes von der Firma Tobisch, welche auch einen grossen Theil des Leitungsmateriales lieferte, dessen sich die Electric Light Comp. bei Beleuchtung der Hofoper mittelst Accumulatoren bediente.

Die Kabel, von denen hier die Rede ist, maassen 26 *mm* im Durchmesser und hatten 15 *mm* Drahtstärke.

Grössere Kabel wurden für die Theater in Brünn, Budapest und Prag und für Beleuchtungsanlagen des Oest.-ung. Lloyd in Triest von Tobisch verfertigt. Bei der Prüfung der Kabel und Drähte kamen von der Firma A. Bondy zweierlei für offene Leitungen bestimmte Kupferdrähte und von Tobisch sechs Sorten Kabel für Beleuchtung, aber auch solche für Telegraphen- und Telephon-

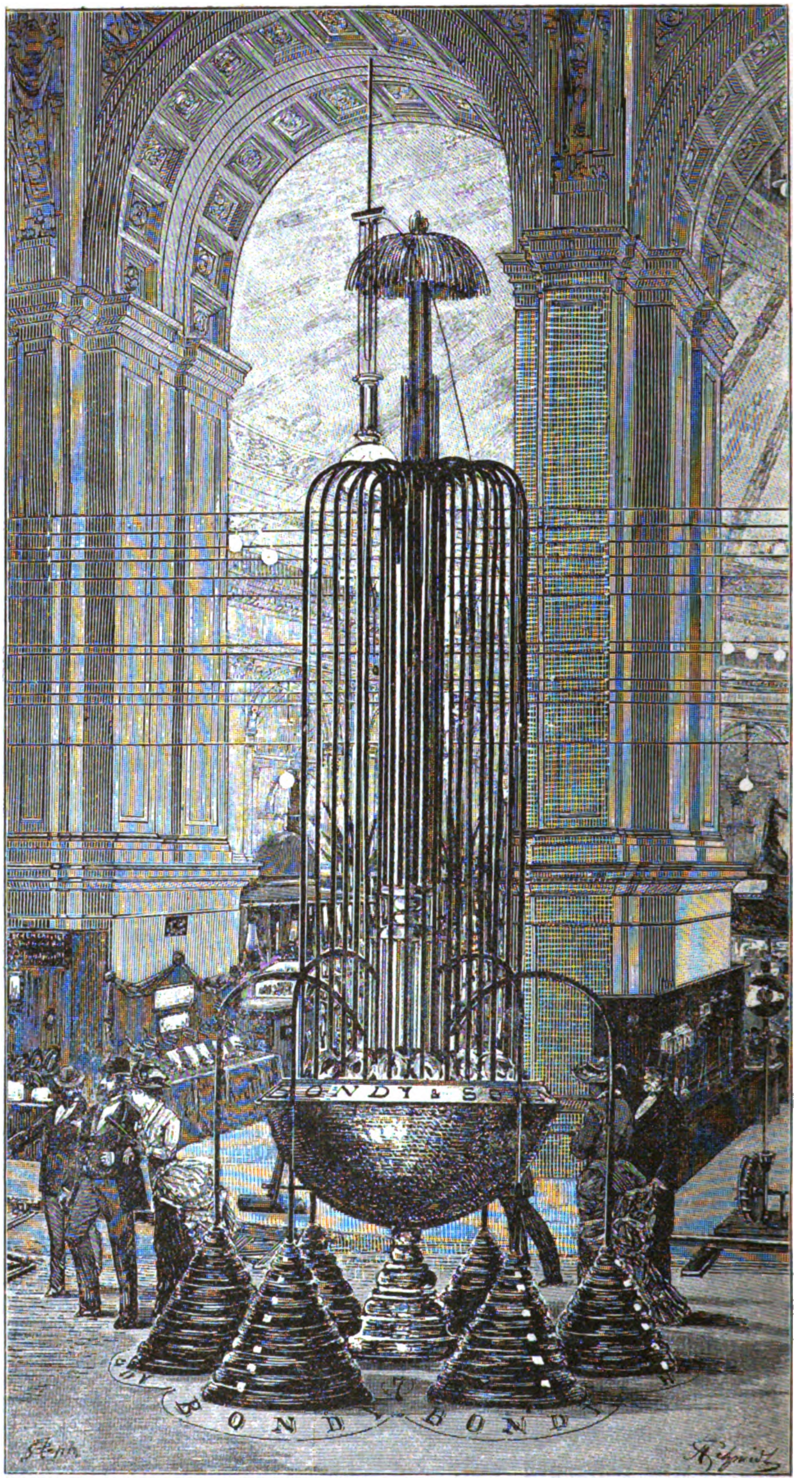


Fig. 143.

zwecke in Betracht. Die Ergebnisse der Messungen werden jedenfalls erst später zur Veröffentlichung gelangen.

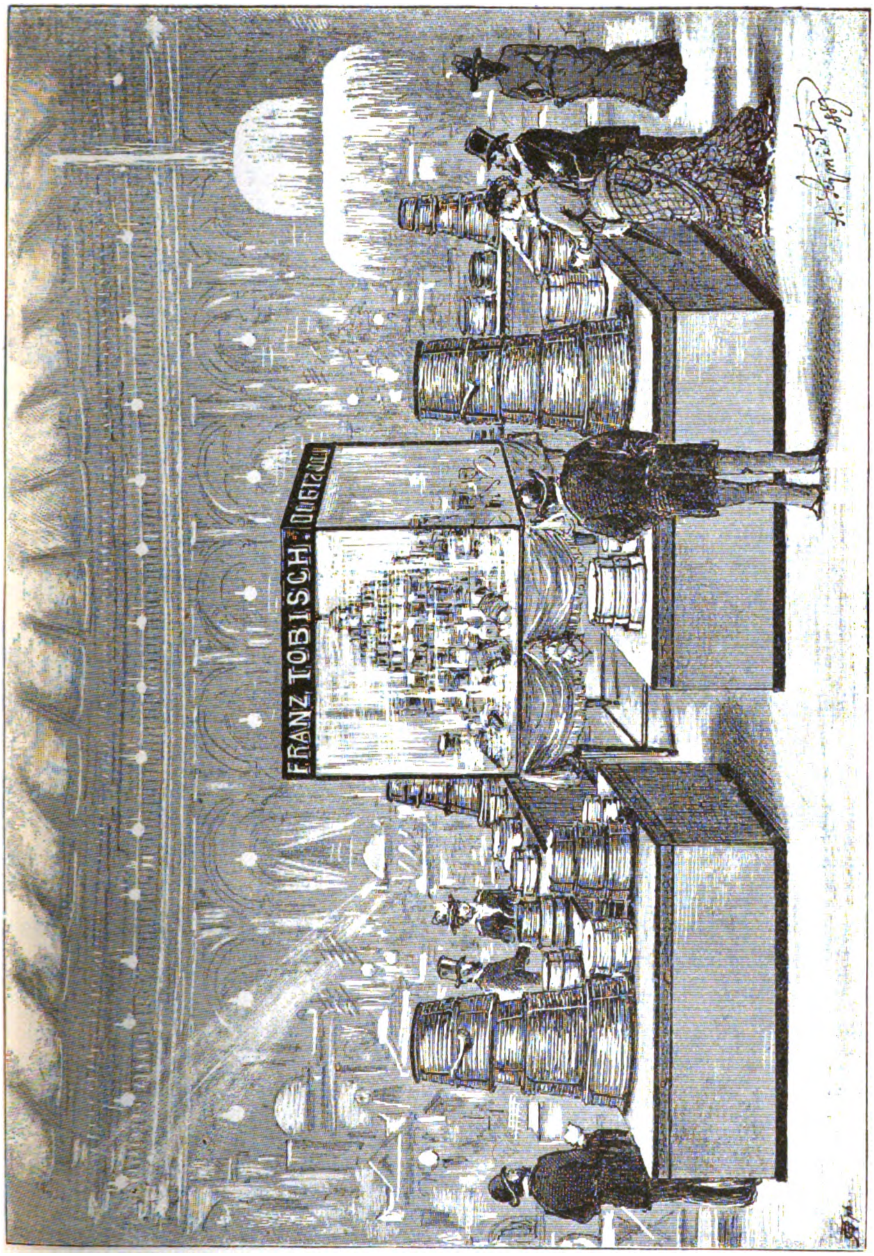


Fig. 144.

Der von Dr. Geitner's Argentan-Fabrik in Auerhammer und den Kupfer- und Messing-Werken F. A. Lange in Grünthal, von der Niederlage Wien ausgestellte Obelisk (Fig. 145) wurde gebildet von Haupt- und Nebentheilen, sowie von denselben umgebenden Decorationsgegenständen, bestehend aus vier Metallsorten,

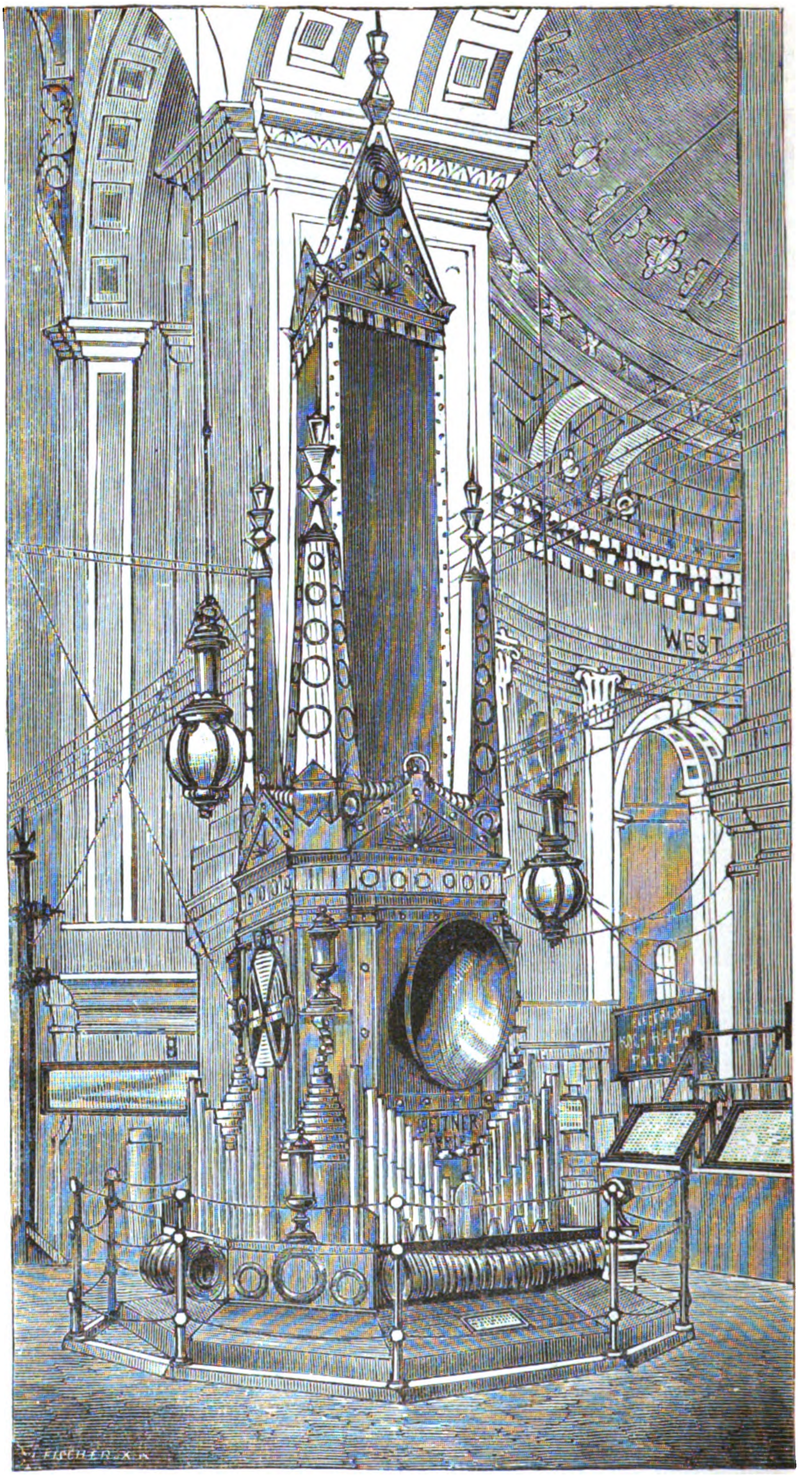


Fig. 145.

welche von genannten Werken in der Hauptsache erzeugt werden und sich auf Argentan (Neusilber, Alpacca, Pakfong), Messing, Kupfer und Tombak erstrecken.

Sie gelangen in Form von Blechen, Scheiben, ovalen und viereckigen Platten, runden und façonnirten Drähten, Stäben, Guss nach Modellen, Barrenguss, Schlagloth, und speciell was Kupfer betrifft, auch in kugelförmigen Böden (Schaalenform), runden und ovalen Kesselböden mit Aufbug, Braupfannen- und anderen viereckigen Böden, Bordblechen, Schaalen, Vierkantkupfer, Rundkupfer, Seil für Blitzableitungen mit Spitzen, Nieten und Nägel, Feinkupferplatten und Feinkupferstäben zum Plattiren, Feinkupferblechen, Kupferstechplatten, Löthkolben etc. etc. zum Verkaufe und können die Bleche wie Drähte der diversen Metalle auch in den verschiedensten Eigenschaften, weich und gebeizt, schwarz und weich, halbhart, hartblank, schwarzhart, federhart polirt, gescheuert etc., je nachdem es die verschiedenartigen Verwendungszwecke erfordern, geliefert werden.

Die am Obelisk mitangebrachten Pokale sind aus Blech eigener Fabrikation von Sebastian Schweyer und Carl Klein in München hergestellt worden und sollen nur, weil sich die Werke mit Herstellung fertiger Gegenstände nicht befassen, veranschaulichen, welche grosse Dehnbarkeit dem Bleche innewohnt.

Der ferner am Obelisk ersichtliche Reflector wurde ebenfalls aus Blech eigenen Fabrikates durch den Meister der Deutschen Fachschule für Blecharbeiter in Aue, E. Mehnert, ausgehämmert. Das dazu verwendete Blech hat sich um 5 *cm* ausgedehnt und bis zu einer Tiefe von 27 *cm* wurde dasselbe niemals geglüht. Dieser Gegenstand soll neben der schönen weissen Farbe des Metalles die ausserordentliche Widerstandsfähigkeit darthun, welche das Argentan-Blech der Dr. Geitner'schen Argentan-Fabrik den höchsten Anforderungen, die an dasselbe gestellt wurden, entgegengesetzt hat und sodann von der hohen Politurfähigkeit desselben Zeugnis ablegen.

Die Vereinigten Gummiwaaren-Fabriken Harburg-Wien hatten nebst einer sehr reichen Sammlung Isolations-Materialien, Gummi- und Kautschuk-Blöcken, Telephongehäusen u. s. w., auch einen unverbrennbaren Telegraphen-Draht mit Guttapercha-Isolirung ausgestellt. Der Leitungsdraht für Einführung in Aemter und zu Apparatverbindungen, besonders aber für Schaltungen von Glühlampen geeignet, hatte bei einem Durchmesser von 3 *mm* das Aussehen guter Handlichkeit und war recht schmiegsam.

Die Metallwaaren-Fabrik in Oed (vorm. Gebrüder Rosthorn) stellte Telephondrähte von 1 *mm* Durchmesser aus, deren Leitungsfähigkeit von der Firma selbst als eine bedeutende hingestellt wird. Wir müssen bis auf die mehrerhoffte Veröffentlichung der Untersuchung der wissenschaftlichen Commission die Angaben der Aussteller als richtig annehmen.

Wenn wir der Leistungen der beiden Firmen Siemens & Halske und Felten & Guilleaume gelegenheitlich der unterirdischen Leitungen, in denen dieselben excelliren, Erwähnung thaten, so dürfen wir dieselben bei der Darlegung des auf der Ausstellung vorhanden gewesenen oberirdischen Leitungsmateriales wohl ebenfalls als ausgezeichnet in ihren Fabrikaten anführen. Namentlich Felten & Guilleaume haben durch ihr Gussstahldrähte ähnlichen Erzeugnissen den Vorrang abgewonnen.

Die Bruchfestigkeit dieses Materiales beträgt bis zu 200 *kg* per 1 *mm*². Der Flusseisendraht derselben Firma ist wegen seiner Homogenität und Biegsamkeit ebenfalls sehr beliebt. Der Stahldraht von Felten & Guilleaume hält eine Elongation von 6—7⁰/₀ bis zum Bruch aus, was, wie bekannt, beim Stahl anderer Sorten nicht erreicht werden kann.

Die Firma G. Winiwarter in Wien hatte ein Stück mit Blei umpressten Kabels ausgestellt, welches 1 *km* lang in einem Stücke mit einem Draht versehen war. Die Firma widmet sich, wie es scheint, vorzüglich der Erzeugung von Beleuchtungskabeln.

Die Prager Porzellan- und Thonwaarenfabrik in Smichow zeigte, dass sie in Erzeugung von Isolatoren und andern Thonwaaren für elektrische Zwecke den Bedürfnissen der Zeit gerecht zu werden sucht.

4. Das Eisenleitungsmaterial, etc.

Sowie wir der Verbesserungen gedachten, welche in der Fabrikation der Kupferleitungen nach und nach Platz gegriffen haben, so wollen wir an einigen Daten den Fortschritt charakterisiren, welcher in der Fabrikation des Eisendrahtes zu verzeichnen ist.

Vor allem wollen wir bemerken, dass man die Leitungsfähigkeit des Silbers = 100 setzend für die des Kupfers 72—93 erhält, während man die des Eisens mit 12 ansetzen darf; es hat somit Kupfer ein über 6mal so gutes Leitungsvermögen für den elektrischen Strom als Eisen. Nichts destoweniger haben die mechanische Festigkeit, der niedrige Preis und die relativ grössere Sicherheit vor Diebstählen dem Eisen bei Telegraphen-Linien-Herstellungen den Vorzug vor dem Kupfer verschafft.

Offene Leitungen werden gegenwärtig aus Eisendrähten hergestellt, deren Stärke 5 *mm* beträgt. 3 *mm* starker Eisendraht wird in Stadtleitungen und bei sehr langen Uebersetzungen verwendet; ferner auch dort, wo mehr als 15 Drähte auf ein und dasselbe Gestänge kommen.

Zur Richtschnur bei Beurtheilung des Gewichtes, das ein und dieselbe Länge verschieden dicken Drahtes hat, wollen wir folgende kurze Tabelle vorführen:

Dicke in *mm*	Per Kilometer Gewicht in *kg*	Absolute Festigkeit in *kg*	Zahl der Torsionen	Widerstand in Ohms
5·0	153	785	12	7·5
4·0	118	643	14	11·7
3·0	55	282	17	20·0
2·5	38	196	18	28·0
2·0	30	125	18	42·0

Um nun den oben beregten Fortschritt zu illustriren, wollen wir bemerken, dass, gleiche Länge vorausgesetzt,

im Jahre 1873 ein Draht von 0·5 *mm* 15 Ohm
„ „ 1883 „ „ „ 0·5 *mm* 11 Ohm

Widerstand hatte, dass sich also in 10 Jahren die Leitungsfähigkeit des Eisendrahtes um 33% vermehrte: ein sehr erheblicher Fortschritt!

Zur Erläuterung obiger Tabellenrubriken sei erwähnt, dass die absolute Festigkeit sich auf jene bezieht, wo bei 1 cm^2 Querschnitt der Draht bei einer Belastung von 4000 *kg* reisst; die Zahl der Torsionen wird an einem Drahtstücke geprüft, das mit den Enden in Feilkloben eingeklemmt bei einer freien Länge von 15 *cm* in 10 Secunden obige Biegungen aushält.

In manchen Ländern wird der Eisentelegraphendraht, um ihn gegen atmosphärische Einflüsse zu schützen, mit einem galvanischen Ueberzuge von Zink versehen; bei uns bestreicht man den Draht mit Asphaltlack, um denselben vor dem Roste zu bewahren, der ihm sonst jährlich 0·03 bis 0·04 des Durchmessers raubt.

Bei uns in Oesterreich müssen die durch das Auswalzen gewonnenen Adern ca. 90 *m* lang und beim 3 *mm* dicken Draht 5 *kg*, beim 5 *mm* dicken Draht 14 *kg* schwer sein; der dünnere Draht wird bei uns in Ringen von 160 *m*, der dickere in Rollen von 200 *m* Länge an geliefert; die Adern müssen durch vorschriftsmässig verlöthete mit Kupferbindedraht umwickelte „Bünde" an einander gefügt sein.

Die in Oesterreich gebräuchlichen Isolatoren sind die grossen „Doppelglocken", welche durch Form und Grösse die grösstmögliche Sicherheit gegen Nässe und somit gegen Entweichen des Stromes in den Boden bieten.

Die Formen der Träger, unter dem Namen: Rundeisen, Winkelträger, Mauerträger, Isolatorenstifte bekannt, sind, wie ein einfacher Gang durch die Strassen Wien's belehrt, sehr manigfaltig. Die Säulen meist Tannen-, Föhren-, Lärchen-, aber auch zuweilen Eichenholz, werden in Höhen von 7 bis 11 *m* verwendet; dieselben werden vor ihrer Verwendung in der Regel dem Imprägnirungsprocess à la Boucherie unterzogen; d. h.: sie erhalten eine Infiltration von Kupfervitriollösung. Die Säulen, welche in nassem Boden ohne solche Vorbereitung kaum 5–6 Jahre aushalten würden, überdauern nach diesem Verfahren eine ganz erkleckliche Zeit; meist aber 10, ja oft 15—20 Jahre.

Von all' dem Erwähnten wies der Pavillon des k. k. österreichischen Handels-Ministeriums eine stattliche Sammlung auf. Drahtsorten und Bünde; Isolatoren und Träger; Säulenschnitte und Werkzeuge; Materialien und Geräthe — alles war wohlgeordnet vorgeführt, wies auf die gute Fügung hin, welche der Dienst in diesem Zweige bei uns in Oesterreich aufweist. Besonderen Lobes erfreute sich der künstlerisch schmucke Bau der Eisenconstructionen und der Säulen. Der berühmte Telegraphen-Ingenieur W. H. Preece, oberster technischer Chef der englischen Staatstelegraphen, erzählte in einem den Fortschritten der Telegraphie gewidmeten Vortrage, dass kein Ort so hübsche Telegraphensäulen aufzuweisen habe, wie Wien, und dass man namentlich in England vergebens nach solcher Strassenzier ausschauen würde, wie man sie hier bei uns längs des Donaucanales und des Börsenplatzes findet.

Wenn wir nun unumwunden unser Urtheil aussprechen sollen, so fanden wir das Leitungsmateriale der kais. russischen Telegraphen-Verwaltung eben so hohen Lobes als das der unsrigen würdig.

Wir haben bereits mehreremal auf den Umstand hingewiesen, dass sich im Leitungswesen und den damit im Zusammenhange stehenden Normen Klima und

sonstige Eigenart des Landes spiegelt, dem dieselben angehören. In Russland wird z. B. 6*mm* starker Eisendraht angewendet. Die Isolatoren haben Metall-Schutzdächer; die Träger sind entsprechend kräftig und proportionirt construirt und auch die Säulen sind viel höher und stärker, als bei uns. Die subaquatischen Leitungen sind mit den Landlinien in Russland mit grösserer Vorsicht verbunden und sind namentlich die Ufertheile der Flusskabel durch Einmauerung und Verankerung bestens geschützt. Die hohen, mastenähnlichen Ufersäulen der russischen Telegraphenlinien sind am oberen Theile mit Raaen und förmlichen Takelwerk zur Befestigung der Drähte versehen. Diese selbst, ihre Verbindungen, die Würgelöthstellen, die Werkzeuge waren in natura ausgestellt, während die ganze Constructionsmanier der russischen Telegraphenleitungen in schönen Zeichnungen dargestellt war.

Die Photographie eines Drahtes, in der Linie Petersburg-Moskau, an welchem die Thaufröste des Jahres 1868, Eiskrusten von mehreren Centimetern Dicke angesetzt hatten, illustrirte drastisch die klimatischen Einflüsse auf die Telegraphenleitungen des Czarenreiches.

Ausser den genannten Objecten stellte die russische Telegraphen-Verwaltung noch einiges historisches Leistungs-Materiale aus. So sah man z. B. ein Stück von dem in Glasröhren geführten, vom Jahre 1839 herrührenden Kabel zwischen dem Winterpalaste und dem Generalstabsgebäude in Petersburg; ebenso war hier eine Probe des in Kautschuk gehüllten, 1843 zwischen dem Communications-Ministerium und Zarskoe-Selo geführten Kabels; der als Physiker im Allgemeinen, als Elektriker durch Creirung der Stromeinheit, die nach ihm benannt wird, bekannte Erfinder der Galvanoplastik, Jacoby, hatte 1846 und 1847 das Legen eines durch Glasröhren geschützten längeren Kabels versucht. Es sei bemerkt, dass die russische Marine Kabel in eigener Regie zum Legen vorbereitet; in den Marinewerkstätten zu Kronstadt werden die in dieses Gebiet einschlägigen Arbeiten mit grossem Erfolge gemacht. Auch in der Imprägnirung der Säulen versucht man in Russland nach Vorschlägen des Obersten Baron v. Herwarth einen eigenen Weg; man will die eingebauten gewöhnlichen Säulen durch Einschütten von Kochsalz in entsprechende Bohrungen viel billiger und ebenso gut conserviren, als durch die Methode à la Boucherie.

Zum Schlusse gedenken wir noch einer sinnreichen Construction von Isolatoren, welche die Blitzschutzvorrichtung zur Verhütung von Entladung atmosphärischer Elektricität in die Kabelverbindungen aufwies. Den Isolator umfasste ein Ring, von dem zwei Stege zum Kopf des ersteren gingen und dort in eine Spitze endigten; der Spitze gegenüber war die Vorragung eines Reifs, der zur Erde abgeleitet war; jede Ladung des Drahtes, der mit den vorgenannten Stegen in Berührung stand, fand so den Weg in den Boden.

Das Ministerium für Post und Telegraphie in Frankreich hat auch in Leitungsmaterialien Vorzügliches ausgestellt. Isolatoren, Drähte, Leitungswerkzeuge und Geräthe, Säulenschnitte, Erdleitungen, Einführungsrohre in Aemter; Drähte zur Herstellung der Apparatverbindungen in den Stationen selbst, Untersuchungssäulen etc. etc., fanden sich rings um den Pavillon der ausstellenden Behörde in mehr oder minder auffälliger Weise angeordnet; die

weiten Gebiete, in denen der Wille des Ministeriums waltet, erfordern eine gewisse Verschiedenheit in Form und Material eines und desselben Gegenstandes. So bedient man sich in Frankreich selbst der Telegraphensäulen aus Fichten-, Tannen-, Lärchen- und höchstens aus Eichenholz; in den Colonien kommen mitunter kostbare Hölzer zum gleichen Zwecke in Verwendung. Der in Frankreich grossen Theils in Anwendung kommende Isolator ist so geformt, dass seine mantelförmig ausgebreitete Rückwand an die Säule direct, ohne Vermittelung eines Winkelträgers befestigt wird; in Algier, Ora und Tunisien erhalten die dort verwendeten Isolatoren Kappen von verzinktem Eisen, um sie gegen Steinwürfe und sonstige boshafte Beschädigungen zu schützen. Solche Isolatoren hatten zwei französische Aussteller vorgeführt: M. Largarde und L. Paris & Co.

Auch im Drahte ist selbstverständlich eine ziemlich reiche Auswahl zur Schau gestellt gewesen.

In dem Pavillon des französischen Post- und Telegraphen- Ministeriums hatte Paul Jamin Drähte ausgestellt, deren Dimensionen und Eigenschaften aus folgender Tabelle ersichtlich werden:

Durchmesser in *mm*	Gewicht der Rollen in *kg*	Länge der ohne Bünde gemachten Rollen in *m*	Zahl der Umbiegungen	Zerreissungs-Gewichte in *kg*	Widerstand in Ohms per *km*	Dehnungs-Coefficient
7	154	513	4	1485	—	0·100
6	150	682	5	1130	—	0·130
5	145	949	5	755	—	0·105
4	140	1520	7	490	9·5	0·140
3	111	2018	12	256	—	0·150
2	70	2916	9	145	—	—
1	34	5475	19	45	—	—

Die Société des Forges de Franche Comté hatte ebenfalls Drähte, deren Daten wir in Nachfolgendem geben, ausgestellt:

Durchmesser in *mm*	Gewicht der Rollen ohne Bünde in *kg*	Zahl der Torsionen	Zerreissungs-Gewicht in *kg*	Dehnungs-Coefficient	Elasticitätsgrenze
7	42	2	1520	0·100	1300
6	39	4	1122	0·140	1000
5	37	5	760	0·105	750
4	35	6	485	0·140	260
3	33	13	250	0·150	260
2	30	20	150	—	125
1	26	26	48	—	30

Was nun die feineren Drähte betrifft, welche zur Anfertigung von Telegraphen-Apparaten, Mess-Instrumenten etc. betrifft, so wäre nur die Ausstellung der Mme.

Bonis zu erwähnen. Ihre feinen Platindrähte erreichten kaum den Durchmesser von $^1/_2$ *mm*. Ein Draht derselben Firma von 1·3 *mm* Durchmesser wurde bei einem Gewichte von 181 *kg* in eine continuirliche Ader von 15 *km* ausgezogen. Man sieht sehr wohl, dass es in dieser Industrie an bedeutenden Zielen nicht fehlt und dass sich dieselben für die einzelnen Fabrikanten zahlenmässig ausdrücken lassen. Innerhalb eines und desselben Landes gelangen dann die Fabrikationsgeheimnisse der Erzeuger zu einer leichtern Verbreitung und so kommt es, dass Frankreich in den bereits genannten Firmen Vertreter der mit dem Leitungswesen verbundenen Industrie hat, die sich den Besten anderer Länder ungescheut vergleichen können.

Im Isolirungsmateriale, welchem durch die Theuerung in Guttapercha und Kautschuk eine gewisse Zukunft winkt, hatten Ernest Mourlot und M. Bauer in Paris kleine Expositionen gemacht; Ersterer hält seine Composition geheim. Die Isolirmassa Bauer's stammt aus der Fabrikation vegetabilischen Leders, das die grösste Vereinfachung in seiner Benützung als Isolirungsmassa gestattet.*) Die französische Abtheilung wies auch die Producte der Société francaise d'Inoxydation et de Platinage auf. Die Wichtigkeit eines Schutzmittels gegen oxydirende Einwirkungen auf Metalle ist nirgends wahrnehmbarer, als beim Telegraphenleitungsdraht; wir haben schon bei einer früheren Gelegenheit darauf hingewiesen. Die genannte Gesellschaft bedeckt die zu schützenden Körper mit einer Lage magnetischen Oxyds ($Fe_3 O_4$), welches sowohl der Einwirkung des Flusswassers, als salzhaltiger Wässer und schädlicher Gase widersteht. Die überzogenen Drähte und Objecte zeigen eine gefällige Färbung und sollen eine bedeutende Dauer aufweisen.

J. O. Mouchel in Paris hatte Leitungs- und Widerstandspolendraht ausgestellt. Schon in Paris war diese Firma durch ihre Leistungen Gegenstand verdienter Anerkennung gewesen. Die Widerstandsdrähte bestanden aus Eisenbronce von 0·5 *mm* Durchmesser. Kupferbindedraht, an welchen man seines Zweckes halber den berechtigten Anspruch grosser Geschmeidigkeit erhebt, war nach dem von ihm genommenen Probestücken zu urtheilen, etwas zu spröde. Die Telegraphendrähte, welche Mouchel ausstellte, bestanden aus gewöhnlicher Bronce.

Die Société générale des Téléphones in Paris hatte Kabelverbindungen für Telephonleitungen, welche, weil sehr einfach construirt, sinnreich erfunden schienen. Die Verbindungsstücke, flach abgeschrägt, enthielten Vorragungen und Vertiefungen in dem für den Contact bestimmten Abschrägestücken. Beide Theile auf einander gelegt bildeten einen ungefähr 6 *cm* langen, 1·5 *cm* dicken Cylinder. Gummibänder sollten die Innigkeit der Berührung der Metallflächen erhöhen. Wir halten diese Construction weder den Ansprüchen in Rücksicht der Leitungsfähigkeit. noch in Rücksicht der Festigkeit genügend.

Von den ausstellenden Verwaltungen gab es in vielen Punkten zu lernen. Wenn wir von Leitungsmateriale überhaupt sprechen, so müssen wir auch der Stützpunkte und der Befestigungsweisen der belgischen Telegraphenverwaltung gedenken. Die exponirten belgischen Telegraphensäulen waren mit Kupfervitriol imprägnirt. Bekanntlich widerstehen so durch langsame Infiltration

*) Siehe Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereins in Wien, II. Jahrgang pag. 91.

präparirte Hölzer jahrelang dem Einflusse der Bodenfeuchtigkeit; die Proben der Säulenschnitte wiesen eine 20jährige Dauer auf; andere Präparirungsmethoden waren ebenfalls repräsentirt.

Als Leitungsdraht verwendet man in Belgien galvanisch mit Zink überzogene Eisendrähte von 5, 4 und 3 *mm* und Stahldrähte von 2 *mm* Durchmesser, ausserdem aber werden für Telephonleitungen Phosphorbronce (Montefiore Levi) verwendet. Von allen diesen Materialien waren Proben u. zw. einige Drähte in jenen Verbindungsweisen, wie sie in Belgien üblich, ausgestellt gewesen.

Die Isolatoren, hutförmige oder glockenförmige Porzellanknöpfe, hatte die belgische Verwaltung in zahlreichen Exemplaren vorgeführt; die Formen dieser unansehnlichen und doch so wichtigen Befestigungspunkte für die Drähte wechseln von Land zu Land; es gibt Gebiete, wo die Drähte einfach ohne Isolatoren befestigt sind; sie hängen in Schnurschlingen an den Säulen; dagegen gibt es Isolatoren, deren Construction von grösster Sorgfalt zeugt, wie z. B. die Isolatoren, welche die englisch-indischen Ueberlandslinien tragen, in denen mehr Physik und Mechanik stecken, als man denken möchte!

Von der Exposition der belgischen Telegraphenverwaltung wären noch die Proben von unterirdischen Telegraphen-Anlagen zu erwähnen. Die gusseisernen Röhren unterscheiden sich in einigen Stücken, jedoch nicht wesentlich, von den in Frankreich angewendeten Röhrensystemen. Die Werkzeuge zur Herstellung der Leitung ähneln sehr denen der in Paris von der schwedischen Regierung ausgestellt gewesenen. Auch hier ist jeder Zug in Form und Grösse des Geräthes seinem Zwecke angepasst, man könnte vielleicht, bei einiger Uebung, von diesen Formen auf die geologischen Verhältnisse der ausstellenden Länder Rückschlüsse ziehen. Einen ganz ausgezeichneten Eindruck machten die Erdbohrer, Drahtspannvorrichtungen etc.

Die reichhaltigste Sammlung von Isolatoren brachte die Firma de Fuisseaux frères in Bordeaux (Mons). Fast alle Staatsverwaltungen und einige Privat-Telegraphen- und Telephon-Gesellschaften fanden, was die Isolatoren betrifft, hier ihre Modelle wieder. Obwohl ihrer grossen Schutzfähigkeit wegen die Doppelglockenform prädominirte, so war dennoch kaum eine der noch neben ihr bestehenden Formen in dieser grossen Collection vergessen; auch hier zeigte sich ein gewisser Zusammenhang zwischen Form und klimatischen Verhältnissen der Länder.

Die italienische Telegraphen-Verwaltung war, wie in allen Stücken ihres Ressorts auch im Leitungswesen glänzend und glücklich vertreten. Kabelrollen der Firma Pirelli & Co. in Mailand mit Kabeln zum Legen in Tunnels, wären vorerst zu nennen. Die zu diesem Zwecke vom Telegraphen-Inspector Picco gebaute Spule erleichtert die Manipulation mit Kabeln in Tunnels wesentlich.

Die Verwaltung stellte sogar eine zerlegbare Leiter zur Legung solcher Kabeln aus und führte auch einige Modelle von Verbindungssäulen vor, welche die Anknüpfung von Luft- an Tunnelleitungen demonstrirten.

Auch hier figurirten die verschiedenen Holzschnitte von Stämmen, die zu Telegraphensäulen verwendet werden. Es waren alle Träger und Stützen, deren sich die Verwaltung bedient, reichlich vorgewiesen, ebenso die Isolatoren. Das

Leitungsmateriale und die Requisiten bekundeten auch hier eine sorgfältige Beachtung der praktischen Bedürfnisse. Die Verwaltung wird in solchen Absichten durch ihre Beamten und die Privat-Industrie bestens unterstützt. Die Società ceramica in Mailand hatte nebst den Brüdern de Fuisseau aus Badour in Belgien die reichste Isolatorensammlung ausgestellt, fast ebenso reich an Isolatorenformen war die Porzellanfabrik Ginori aus Doccia; die Fabrik Pirelli & Co. in Mailand stellte neben dem bereits erwähnten Telegraphenkabel für Tunnels auch solche für Landkriegs- und Marine-Zwecke, ferner Drähte von Kupfer für Stadt- und Amtsleitungen u. s. w. aus.

Der italienische Telegraphen-Inspector Picco stellte eine Weingeist-Löthlampe aus; dieselbe ist compendiös und macht die schwerfälligen Löthöfen entbehrlich, sie enthält ausser Luft auch Benzindämpfe zugeführt; es entwickelt sich die für rasches Schmelzen des Lothes nöthige Wärme recht zweckmässig und die ganze Lampe gestattet eine gute Manipulation.

Zur raschen Herstellung von Verbindungen der Kabel in Tunnels waren zwei Vorrichtungen in der italienischen Abtheilung ausgestellt; die eine Art Kappelmuffe, wie sie in der österreichischen Kriegs-Telegraphie gebräuchlich ist, hat eine Entladungsplatte zur Abführung atmosphärischer Elektricität in sich; sie rührt von Ingenieur Castelli her.

Eine etwas solidere Construction für denselben Zweck führte der Ingenieur A. V. Richter vor, seine Muffe hat eine Kesselform, während die Castelli's eine cylindrische Röhre ist. Beide sollen die Kabelleitungen rasch in Sectionen behufs Untersuchung, Reparatur und ihre schnellstmögliche Wiederreinigung zu Stande bringen. Wir halten beide Constructionen für gleich zweckmässig.

Die englische Telegraphen-Verwaltung, deren technischer Chef Mr. W. H. Preece sich so energisch gegen die Umwandlung der oberirdischen in unterirdische Leitungen verwahrt, stellte im Leitungswesen nur historisches Materiale aus: eine Collection der in England überstandenen Isolatoren. Dieser wichtige Factor des Leitungswesens ist weder durch seine Grösse, noch durch das Material und auch nicht durch seine Form den durch die klimatischen Verhältnisse an ihn gestellten Forderungen gewachsen.

Die Isolatoren in England sind meist von braunem Steingut und wohl in fester, aber durchaus nicht ästhetisch befriedigender Weise an Träger und Säule angebracht; sie sind kleiner als bei uns und auf dem Continent überhaupt und man kann sich bei ihrem Anblicke des Gedankens nicht erwehren, dass in den Hohlräumen derselben Russ und Staub sich sehr leicht anzusetzen vermag; ein noch schlimmerer Feind der Isolatoren, der namentlich in England am schädlichsten auftreten mag, der feine Salzstaub der Uferstrecke, dürfte in den engen Hohlräumen der Glocken reichliche Ablagerungen bilden.

Wir können der Ausstellung der englischen Regierung nicht nachsagen, dass sie auf dem von uns zu berührenden Gebiete allzugrossen Reichthum entwickelt hätte, doch waren die beiden Firmen: Stiff and Sons und Telegraph Insulator Comp. ziemlich gut bestellt: ersteres Haus war mit Isolatoren zweierlei Art versehen, eine braune, glasirte Steingutgattung und eine Sorte von weissem Porzellan.

Die Telegraph-Insulator Comp. führt Lewis' Patent self binding Isolator. Die Bedeutung dieser Vorrichtung ist nicht zu unterschätzen. Die Befestigung des Leitungsdrahtes an den Kopf des Isolators geschieht gewöhnlich mittels Bindedrahtes; dieser rostet und giebt in dem Hohlraume, der sich zwischen ihm und dem Leitungsdrahte bildet, für alle Unreinlichkeiten Bergung. Lewis construirte nun einen Isolator, dessen oberes (Kopf-) Ende zwei Schraubengänge hat. Der Leitungsdraht wird in den vorderen, oberen Schraubengang gelegt, nachdem er auf seinem Träger gelockert worden; ein ösenförmig gebogenes verzinktes Drahtstück wird nach hinten in den untern Schraubengang des Isolators gelegt; es wird sodann der Isolator auf seinen Träger aufgeschraubt und hiedurch umschlingt die Oese und der Draht den Kopf in engerer Windung, auf diese Weise Draht und Isolator fest verbindend. Eine Probeleitung mit diesem Isolator umzäunte die englische Abtheilung.

Die kaiserlich ottomanische Telegraphen-Verwaltung, deren Chef-Ingenieur, Emil Effendi Lacoine, seine reichen Kenntnisse und Erfahrungen in ihrem Dienste verwerthet, hatte gerade im Leitungswesen nicht viel ausgestellt; aus der in den eigenen Werkstätten der Verwaltung gefertigten Telegraphen-Apparaten mochte man einen Rückschluss auf die Beschaffenheit des Leitungsmateriales ziehen. Ein Messapparat zur Prüfung des elektrischen Zustandes oberirdischer und Kabellinien, der sowol in den Aemtern, als in der vorbenannten Werkstätte angewendet wird, sodann auch eine Maschine zur Messung der absoluten und Torsionsfestigkeit der Drähte wiesen darauf hin, dass in der ottomanischen Telegraphenpraxis der Dienst nach wissenschaftlichen Principien gehandhabt wird.

III. Erdleitungen.

Wir finden bei Telegraphen- und Blitzableiter-Anlagen die stete Klage über schlechte Erdleitungen. Im ersteren Falle sind oft unglaubliche Betriebsstörungen die Folge schlechter Erdleitungen; im zweiten Falle sind diese die Quelle von Unglücksfällen, Abspringen der Entladungen und sie machen überhaupt die ganze Blitzschutz-Anlage illusorisch. Die guten Erdleitungen sind daher Gegenstand strikter Vorschriften seitens der Telegraphen-Verwaltungen und steter Verbesserungen seitens der Erfinder.

Telegraphen-Controlor Johann v. Grüner in Feldkirch macht folgende Erdplatten: ein feinkörniges compactes Stück Coaks wird ausgehöhlt durch Einbohren eines 30 *mm* tiefen, 6 *mm* breiten Loches; in die Poren der Oeffnung wird mittelst Blasrohr Wachs gespritzt und sodann in das Loch ein 6 *mm* starker, umgebogener Kupferdraht eingeschoben; das Loch wird sodann mit Blei vergossen und die obere Oeffnung nochmals mit Wachs betropft. Zuletzt streicht man Theer und Asphaltlack darüber. Man macht ein 1 *m* tiefes Loch, versenkt die Coaks-Erdleitung, schiebt über den Draht ein Bleirohr, das bis auf das Wachs der Erdplatte reicht, biegt das Bleirohr oben um; über die Oeffnung der Erdplatte stülpt man einen 8 *cm* hohen, 3—4 *cm* weiten Cylinder, der mit Pech ausgegossen, den Kupferdraht concentrisch umschliesst; die Erdplatte selbst wird durch

weiteres Zulegen von Coaksstücken vergrössert und die Erde darüber geschüttet: von dem umgebogenen Bleirohrende wird die Verbindung zum Apparate geführt.

Der Telegraphen-Chef der Carl Ludwig-Bahn, Ingenieur Justin Malisz, gräbt einen 2 *m* tiefen, 0·5—1 *m* breiten Schacht, schüttet 10—15 *cm* hoch Coaks auf, verstampft diesen und legt dann eine Verschalung in die Oeffnung, in welche ebenfalls Coaks mit einem Stück Retortenkohle eingelegt wird, das mittelst einer Kupferlasche an die Zuleitung der Apparate gelangt. Während in der früheren Construction dem Coaks eine schützende Function zugeschrieben wird, vindicirt ihm Herr Malisz eine leitende Eigenschaft und wird das Coaksmateriale bis über die Erdoberfläche geführt, von wo aus erst die Verbindung mittelst Draht zu den Apparaten anhebt.

Wir haben in Erdleitungen sonst nichts Neues auf der Ausstellung gefunden.

DIE

TELEPHONIE

VON

PROF. Dr. F. J. PISKO
K. K. REGIERUNGSRATH.

16

Die Apparate des Fernsprechwesens waren in der Rotunde, sowohl hinsichtlich ihrer Anzahl als ihrer verschiedenen Arten, reich vertreten. Es sind in Bezug auf die Telephonie — wenn man von den Ausstellern für das Leitungsmateriale sowie für die Isolatoren absieht und jene Firmen, welche in verschiedenen Abtheilungen auftraten, oder welche unter einer Nummer Sammlungen von verschiedenen Erfindern vereinigten, nur einmal zählt — 62 Aussteller erschienen, von denen 17 auf Oesterreich (einschliesslich Siemens & Halske in Wien, sowie der später erschienenen Aussteller Walla und Protaszewicz), 1 auf Ungarn (B. Egger in Budapest nicht mitgerechnet, weil sein Hauptsitz in Wien ist und jeder Name nur einmal gezählt wird), 15 auf Frankreich, 10 auf Deutschland, 7 auf Russland, 4 auf die Schweiz, 3 auf England. je 2 auf Belgien und Schweden und 1 auf Italien entfallen. Nord-Amerika, die Hauptstätte für Telephonie, hat sich an der Ausstellung nicht direct betheiligt, wohl aber war der Transmitter von E. Berliner in Boston durch J. Berliner in Hannover ausgestellt, während das weit verbreitete System Bell-Blake der Intern. Bell Telephone Co. Lim. of New-York von vielen europäischen Firmen vorgeführt wurde. Zu den Ausstellern zählten nicht blos die Erfinder und Fabrikanten telegraphischer oder telephonischer Apparate, oder die diesbezüglichen Compagnien, sondern auch verschiedene Eisenbahn-Gesellschaften, welche die von ihnen angenommenen Fernsprecher nebst den Verbindungen zeigten. Mannigfaltige Formen der Fernsprech-Instrumente konnte man in der französischen Abtheilung bei den Pariser Firmen H. de Branville & Co., bei der Société générale des Téléphones, ferner bei Bréguet (Société anonyme), sowie beim französischen Ministerium der Posten und Telegraphen wahrnehmen. Hier sei bemerkt, dass sich für Frankreich die oben angegebene Zahl der Aussteller von 15 auf 25 erhöhen würde, wenn man die Erfinder, welche die soeben genannten drei Collectiv-Ausstellungen beschickt haben, einzeln mitzählen wollte, wobei zu beachten, dass jene nicht mehr mitzurechnen wären, welche andererseits auch selbständig ausgestellt hatten (z. B. Golubicky in Tarussa), oder deren Namen mehrmals vorkommen (z. B. Ader, Gower u. A. m.).

Obwohl die Tele- und Mikrophone häufig in gegenseitiger Schaltung auftraten, so fehlte doch die Gelegenheit zur ernstlichen Prüfung ihrer Leistungsfähigkeit, weshalb in diesem Berichte mit dem Urtheile über die Güte zurückgehalten werden musste, wenn nicht von anderer Seite verbürgte Zeugnisse oder eine erprobte Praxis vorlagen.

Die Geschwindigkeit mit der heutzutage die Veröffentlichung über sämmtliche Erfindungen und Neuerungen erfolgt, sowie die Schnelligkeit, mit welcher die Ausstellungen elektrischer Instrumente und Apparate auf einander folgen, bewirken, dass nicht leicht viel überraschend Neues zur Exposition kommt, und so war es auch hier. Hätte sich dieser Bericht blos auf das bisher gänzlich Unbekannte beschränken wollen, so würde er ebenso bald beendigt, wie angefangen worden sein und der Nutzen wäre schon deshalb gering ausgefallen, weil er nur von Wenigen verstanden worden wäre. Dies wäre nicht nur an und für sich ein Uebel gewesen, sondern hätte auch dem Plane des Gesammtberichtes widersprochen, der dahin geht, dass er dem Leser das Verständnis für die Fortschritte der Elektrotechnik vermitteln will. Schon aus diesem Grunde empfahl sich eine unterrichtende, organische Behandlung der Telephonie als Ganzes. Hiefür spricht ferner, dass ihr Inhalt, sowie alle ihre Objecte, abgesehen von jeglicher Ausstellung, neu sind, dann dass ihre rasch fortschreitende Entfaltung immer wieder ein abermaliges Zusammenfassen, behufs einer besseren Uebersicht des jeweiligen Standes der Telephonie empfehlen; dazu kommt noch, dass dieser Gegenstand von allgemeinstem Interesse ist, bereits tief in's gewöhnliche Verkehrsleben eingreift und stets weitere Wurzeln schlägt, so dass jede systematische, für grössere Kreise berechnete Belehrung über die ausgestellten Objecte des Fernsprechwesens willkommen sein dürfte. Der nachfolgende Bericht versucht daher an der Hand der in der Ausstellung vorgeführten Gegenstände der Telephonie eine compendiöse Darstellung der letzteren. Und weil die historische Entwicklung die Auffassung nicht wenig erleichtert, so hat Referent bei seiner Darstellung, soweit es der enge Rahmen gestattete, dieselbe ebenfalls berücksichtigt.

Die hohe Empfindlichkeit und mächtige akustische Spürkraft der Tele- und Mikrophone haben die mannigfachsten Vorschläge ihrer Benützung auf den verschiedenartigsten Gebieten des Lebens und Wissens wachgerufen und auch wirklich zu mehreren und mancherlei wissenschaftlichen Anwendungen geführt. So verlockend es nun für den Berichterstatter war, seinen Gegenstand auch nach dieser Richtung hin zu verfolgen, so musste er sich doch nur auf die Skizzirung der zu wissenschaftlichen Zwecken eigens construirten und ausgestellten Mikrophone von Dr. Boudet beschränken, weil er sonst den Raum seinem wichtigeren und näher gelegenen Ziele, d. i. einer hauptsächlichen Besprechung der Telephonie in Bezug auf die Uebertragung der Sprache und nebenbei auch des Gesanges, sowie der Instrumentalmusik, in nachtheiliger Weise hätte entziehen müssen. Aus denselben Rücksichten auf den praktischen Zweck unterdrückte er auch seine Lust, die Radiophonie aufzunehmen. Bei dieser erfolgt die Schallübertragung nach der Ferne mittelst der Intensitätsschwankungen von Lichtstrahlen (Photophonie), oder von Wärmestrahlen (Thermophonie) statt der Stromschwankungen in der Tele- und Mikrophonie (eigentlich Elektrophonie). Die Radiophone waren

beim französischen Ministerium der Posten und Telegraphen zu sehen. Dieselben erschienen aber nicht bei den Fernsprech-Instrumenten, sondern weil sie noch zu unreif für die Anwendung sind, bei den Lehr-Apparaten. Und aus eben demselben Grunde hat auch der Referent, wie bereits erwähnt, ihre Einreihung in die Telephonie hier unterlassen. Nur das Thermophon neuester Form von Preece bei de Branville in Paris, welches nicht wie andere Thermophone auf Stärkeschwankungen der Wärmestrahlung, sondern der elektrischen Ströme und ihrer undulirenden Wärmewirkung auf einen Spiraldraht und mittelbar auf die Luft im Telephone beruht, soll, obschon es auch noch der praktischen Telephonie sehr ferne steht, wegen seiner Analogie mit dem Magnet-Telephone, gelegentlich in Kürze besprochen werden. Im Uebrigen war der Berichterstatter bemüht, keinen wesentlichen Gegenstand der eigentlichen Tele- und Mikrophonie zu übergehen, ausser wenn es unmöglich war, die nothwendigen Belehrungen, Aufschlüsse oder Erklärungen über die von den Ausstellern ohne jegliche Notiz hingelegten Objecte zu erhalten. Dies trat unter anderen Fällen auch dann ein, wenn die Erfindung noch nicht patentirt war.

Da über das Leitungsmaterial und Leitungswesen, über die Isolirungen, über einfache Stromumschalter, Blitzableiter zum Schutze der Apparate, elektrische Läutewerke und Läute-Inductoren andernorts in diesem Buche von berufener Seite berichtet wird, so konnte der Referent ohne weitere Citate von diesen Gegenständen reden, und der Leser hat, wenn ihm letztere noch unbekannt sein sollten, nur jene Berichte nachzuschlagen, wo sie behandelt werden. Dagegen wurde die Besprechung der Störungen durch die statische, sowie durch die dynamische Induction, soweit diese die Telephonie angehen, in den Kreis dieses Referates gezogen. Nunmehr kann der Berichterstatter im Folgenden an sein Werk gehen.

I. Vorgeschichte der Telephonie.

Die älteren Fernsprech-Apparate waren das von **Morland** (1670) erfundene, im Freien verwendbare Sprachrohr und die an oder in den Wänden von Gebäuden hinlaufenden akustischen Communicationsröhren. Die Tragweite der grösseren Schiffs-Sprachrohre beläuft sich auf 1500—1900 *m*, während jene der akustischen Röhren viel mehr beträgt. Das Sprachrohr ist noch durch kein Telephon ersetzt, dagegen sind die akustischen Mittheilungsröhren von den Telephonen unvergleichlich übertroffen, wenn auch noch nicht gänzlich aus dem Felde geschlagen. Die elastischen festen Körper, obschon vorzügliche Schall-Leiter, wurden vor Erfindung des magneto-elektrischen Telephons niemals ernstlich zur Fortpflanzung der Sprachlaute verwendet. Zwar weiss bereits Robert **Hooke** (1667) aus Versuchen, dass sich der Schall mittelst eines gespannten, also elastischen Fadens genügend stark und rasch nach der Ferne übertragen lässt; aber erst kurz vor Erfindung des Telephons hat Professor Ad. L. **Weinhold** diese Thatsache für die Herstellung eines einfachen akustischen Sprech-Telegraphen benützt oder, wie man jetzt sagt, eines **Faden-Telephons**, welches jedoch nicht im praktischen Leben zur Anwendung kam. In der Rotunde waren derartige Faden-Telephone für einige Kreuzer käuflich; sie bestehen (Fig. 146) aus 2 becherförmigen Hohlkörpern von Pappe

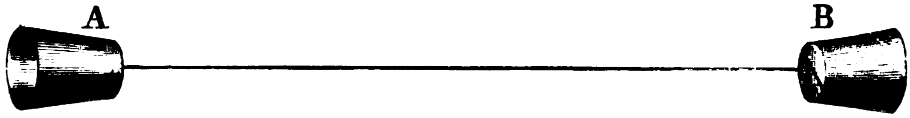


Fig. 146.

oder Metall, deren Böden durch einen gespannten, etwas dicken Hanf- oder besser Seidenfaden, oder am besten durch einen Draht verbunden sind. Der eine Becher *A* dient in der ersten Station als Sprech-, der andere *B* in der zweiten Station als Hör-Apparat Beim Antworten kann dann der letztere als Absender der sprachlichen Mittheilung, der erstere als Empfänger der Nachricht dienen, so dass ein und derselbe Becher sich einmal zum Sprechen, dann wieder zum Lauschen benützen lässt. Obwohl diese Instrumente gewöhnlich nur als blosses Spielzeug betrachtet werden, so repräsentiren sie doch ein ernstes Princip, weil sie zeigen, dass mittelst einer Platte, welche die Schallschwingungen übernimmt und an einen straff gespannten Faden abgibt, welcher wieder die Schwingungen an eine Empfangsplatte überträgt, musikalische und sogar die Sprachlaute mechanisch nach einer allerdings nur nach Hunderten von Metern bemessenen Ferne verpflanzt werden können. Es lässt sich aus solchen einfachen Versuchen schliessen, dass sowohl die Platten als der gespannte Faden, in Folge ihrer Elasticität, einen aus-

giebigen Theil der Schwingungen, wie sie die verschiedenen Töne der Musik, des Gesanges und der Sprache enthalten, aufnehmen und weitergeben. Das Faden-Telephon darf jedoch keineswegs den elektrischen Fernsprechern an die Seite gestellt werden; denn letztere übertragen den Schall mittelst elektrischer Ströme viel deutlicher, sowie unvergleichlich weiter und schneller als jene einfachen Faden-Telephone, welche nur mechanisch die Schallschwingung nach einer mässigen Ferne fortpflanzen können, indem die Schwingungen nach und nach, in Folge der Bewegungshindernisse, immer schwächer und endlich so gering werden, dass sie, praktisch genommen, als erloschen erscheinen.

Der erste, welcher daran dachte, zunächst den Gesang, dann aber auch die Sprache nach unvergleichlich weiteren Distanzen mit Hilfe des elektrischen Stromes zu übertragen, als dies direct auf mechanischem Wege möglich ist, war Philipp Reis, Lehrer der Physik in Friedrichsdorf bei Frankfurt a. M. Er ging von der durch Page (1837) entdeckten Thatsache aus, dass Eisenstäbe, die durch

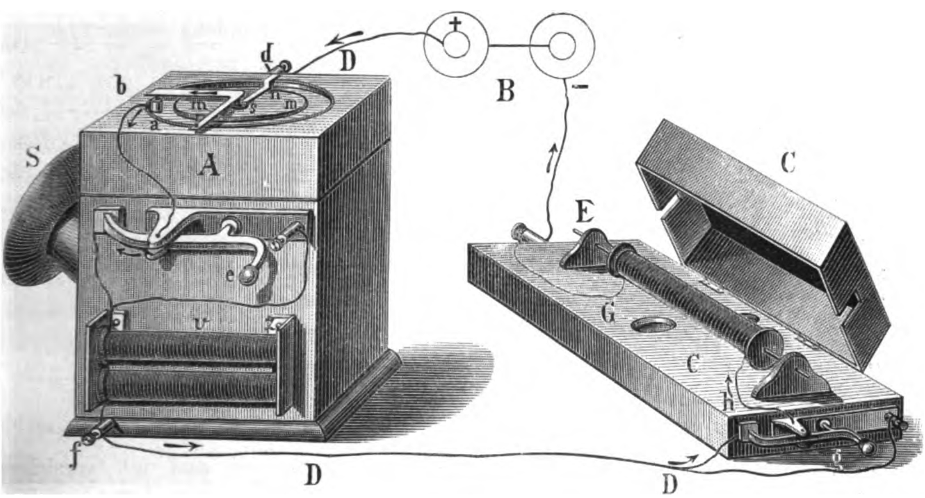


Fig. 147.

intermittirende elektrische Ströme in schneller Abwechslung magnetisirt und entmagnetisirt werden, in's Tönen gerathen. Nach mehreren mislungenen Versuchen (1852) liess er die Aufgabe, die er sich gestellt hatte, einige Zeit ruhen. Als er sie wieder (1860) aufnahm, hoffte er, es werde ihm durch eigenthümliche Anordnung des Versuchs möglich werden, die Tonhöhe der elektromagnetisch ertönenden Eisenstäbe abhängig zu machen von der Schnelligkeit der Stromunterbrechungen, wenn diese von den Schwingungen eines Tones hervorgebracht würden. Seine Voraussetzung wurde, wie sein Telephon bewies, vom Erfolge gekrönt. Nach verschiedenen Versuchen hatte sein Apparat i. J. 1861 die Form angenommen, wie sie Fig. 147 zeigt. Das Modell für diese Originalzeichnung stammt aus der ersten Zeit der Reis'schen Telephone und hat damals dem Referenten bei seinen Versuchen mit dem Reis'schen Telephone gedient. Das Instrument ist Eigenthum des physikalischen Cabinetes der Wiedner Communal-Oberrealschule in Wien. Bei diesem Apparate (Fig. 147) besteht der Tonsender aus einem cubischen Holz-

kästchen *A*, welches oben mit einer zarten thierischen Membrane *mm* geschlossen ist. An der Seite befindet sich ein Schalltrichter *S* für die Aufnahme der zu telegraphirenden Töne. Dieser Tonsender wird durch eine Volta-Batterie *B*, sowie durch eine zugehörige Hin- und Zurückleitung *DD* mit dem entfernten Tonempfänger *CC* verbunden. Auf der Membrane *m* ist in der Mitte das runde Ende *s* eines leichten Platinstreifens *snd* mit Klebwachs so befestigt, dass der Platinstreif alle Schwingungen der Membrane *m* mitmachen kann. Sehr nahe dem in der Mitte befindlichen Ende *s* des Platinstreifchens steht eine Platinspitze derart, dass dieselbe beim Schwingen der Membrane von dem mitschwingenden Platinstreifen berührt wird. Sind nun das äussere Ende *d* des Platinstreifens und die Platinspitze mit den Polen einer galvanischen Batterie *B* verbunden, so wird beim Schwingen der Membrane der galvanische Strom, je nach den Schwingungsphasen, abwechselnd hergestellt und unterbrochen. Infolge dieser von den Tonschwingungen beherrschten Stromimpulse geräth auf der Empfangsstation *C* ein von einem isolirten Drahtgewinde umgebener, auf einem Resonanzkästchen *G* ruhender Eisendraht *E* in galvanisches Tönen. Zur Correspondenz beider Stationen dient die aus der Vorrichtung ersichtliche und leicht verständliche elektromagnetische Telegraphen-Vorrichtung *cv* und *gh*. Ueber die entsprechenden Zeichen kann man sich leicht verständigen. Der Zeichenbringer in der Empfangsstation *CC* gibt beim Klopfen mit dem Taster *c* der Absendestation die entsprechenden telegraphischen Zeichen durch Tönen des Stabes *E*, während am Zeichensender *A* der Elektromagnet *v* mittelst des federnden Ankers *z* die Zeichen kundgibt. Bei den Versuchen mittelst des Telephons von Reis stimmten die Höhen der telegraphisch empfangenen Töne mit jenen der abgesendeten überein, so dass sich in dieser Weise eine Melodie übertragen liess. Die Töne klangen etwas heiser und näselnd, beiläufig wie jene eines Kindertrompetchens. Reis hatte jedoch schon frühzeitig gute Resultate, denn er schrieb am 18. October 1863 aus Friedrichsdorf an den Berichterstatter wörtlich Folgendes: „Der Apparat gibt ganze Melodien, die Tonleiter zwischen *C* und *c* ganz gut und ich versichere Sie, dass wenn Sie mich hier besuchen wollen, ich Ihnen zeigen will, dass man im Stande ist allerdings auch Worte zu verstehen. Wie macht es denn das Trommelfell in unserem Ohr, um alle Töne mit ihrer Klangfarbe, Accorde etc. zu reproduciren??! Am besten wird es immerhin sein, wenn Sie sich selbst von der Einfachheit und Richtigkeit der Thatsache überzeugen."

So war der Ton-Telegraph beschaffen, welcher später in Nord-Amerika von Weyde, Gray, Bell u. A., ferner in England durch Yeats, C. und E. Wray, sowie Varley in der mannigfaltigsten Weise umgestaltet wurde, und der sich langsam vom hauptsächlich singenden, wohl auch Worte stammelnden, bis zum sicher und deutlich sprechenden Telephone erhob. Es lässt sich nicht leugnen, dass von dem Telephon Reis bis zum wirklichen Fernsprecher noch gar viele Schritte zu thun und mächtige Lücken auszufüllen waren, und daher dauerte dieser Umwandlungsprocess von der Inangriffnahme dieses Problems durch Bell (1872) bis zum ersten Fernsprecher (1876) vier Jahre. Da es hier zu weit von unserem Ziele ablenken würde, wenn wir alle die Metamorphosen, welche das musikalische Telephon durchzumachen hatte, bis es zum brauchbar sprechenden

avancirte, so werden wir uns mit den bisherigen geschichtlichen Andeutungen begnügen und das epochemachende Bell'sche Telephon zunächst in seiner ursprünglichen Gestalt besprechen.

II. Die magneto-elektrischen Telephone.

Der Bell'sche Fernsprecher verbreitete sich in der Gestalt, in welcher er im Herbste 1877 nach Europa gelangt war, mit staunenswerther Schnelligkeit über die ganze civilisirte Welt und man kann wohl sagen, Jedermann kennt mindestens das Aeussere dieses merkwürdigen Apparates. Es lässt sich kaum eine einfachere Fernsprech-Einrichtung denken. Nimmt man das Instrumentchen vor den sprechenden Mund, so dient es als Nachrichten-Sender; legt man es aber ganz in derselben Weise an das Ohr, so kann es als Nachrichten-Empfänger auftreten und aus der entfernten Station gesprochene Depeschen deutlich hörbar bringen. Hierbei wird vorausgesetzt, dass an der zweiten Station ebenfalls ein solcher Absende-Apparat wie hier vorhanden ist und dass beide Instrumentchen durch einen Hin- und Rückleitungsdraht mit einander verbunden sind. Ein und

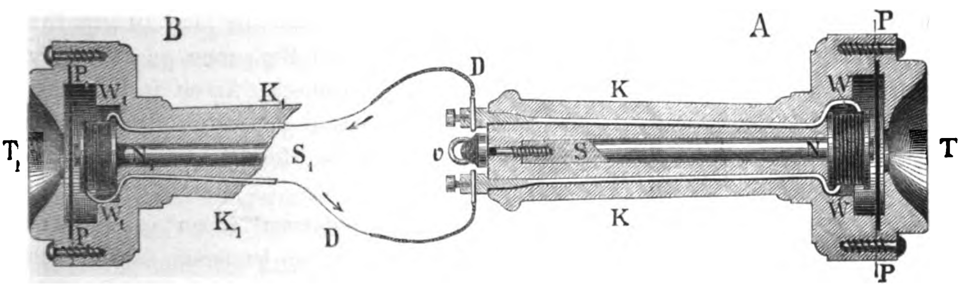


Fig. 148.

derselbe Apparat kann also, wie das früher angeführte Faden-Telephon, einmal zum telephonischen Sprechen und das andere Mal zum telephonischen Hören dienen. Der Sprech- und Hör-Apparat sind also beim Bell'schen Telephon ganz gleichartig eingerichtet; sie enthalten im Inneren (Fig. 148) einen geraden, kräftigen Magnetstab *NS*, von welchem der eine der Pole, *N*, mit sehr vielen Windungen *W*, feinen und isolirten Drahtes umgeben ist. Die beiden Enden des letzteren lassen sich mit dem Hin- und Rückleitungsdrahte *DD* der anderen Station *B*, wo ebenfalls eine solche Einschaltung stattfindet, leitend verbinden. Gegenüber jenem Pole liegt eine dünne, kreisförmige Eisenlamelle *PP*, welche von Bell mit „Diaphragma", jetzt jedoch allgemein mit „Membrane" bezeichnet wird, weil sie hier die Rolle einer vibrirenden Schallmembrane zu spielen hat. Dies sind die wesentlichen Bestandtheile des Bell'schen Telephons, welche sich in einer *T*-förmigen Holz-, Hartgummi-, oder am besten Metallkapsel *KK* befinden. Der obere, breitere Theil der letzteren läuft in einen Schalltrichter *T* aus, welcher eine kreisrunde Oeffnung besitzt, durch die man jene Eisenlamelle *PP* sehen kann.

Bevor wir das Bell'sche Telephon in Gebrauch nehmen, müssen wir, um die physikalischen Vorgänge, welche sich bei seiner Benützung abspielen, verstehen zu können, einen Ausflug in das Gebiet der elektrischen Inductionslehre unternehmen. Wenn man nach Faraday (1830) einen elektrischen Strom einem geschlossenen Leiter (Drahtring) nähert, so wird in dem letzteren ein elektrischer Strom erregt oder inducirt, welcher jenem erregenden Hauptstrome in der Richtung entgegengesetzt ist und Inductionsstrom heisst. Beim Entfernen jenes Hauptstromes von dem geschlossenen Leiter entsteht in letzterem ein Inductionsstrom von derselben Richtung, wie sie der erregende Strom besitzt. Da nach Ampère (1821) ein jeder Magnet sich so auffassen lässt, als ob ein elektrischer Strom den Stab rechtwinkelig zu seiner Achse in parallelen Windungen umkreisen möchte, so inducirt ein Magnet, welcher gegen einen geschlossenen Leiter geschoben wird, in letzterem ebenfalls einen elektrischen Strom, dessen Richtung davon abhängt, ob der Süd- oder Nordpol des Magnetes dem Leiter genähert wird. Beim Zurückziehen des Magnetpoles vom geschlossenen Leiter tritt ein Inductionsstrom auf, welcher eine Richtung besitzt, jener entgegengesetzt, die bei der Näherung des magnetischen Poles gegen den Inductionsleiter in letzterem vorhanden war. Wenn also elektrische Ströme oder Magnete geschlossenen Leitern genähert oder davon entfernt werden, so treten in den geschlossenen Drähten elektrische Inductionsströme auf, und es lässt sich aus der jedesmaligen Richtung und Stärke der Ströme der Schluss ableiten, dass hierbei die mechanische Kraft oder Energie bei jener annähernden oder entfernenden Bewegung in Inductionsströme umgeformt wird. Diese Umwandlung von mechanischer Arbeit in Inductionsströme bildet die Grundlage der magneto-elektrischen Apparate oder Magneto-Elektromotoren, welche dazu dienen, mittelst bewegter Magnete Inductionsströme zu erzeugen.

Nicht nur so oft ein elektrischer Strom (Hauptstrom) einem geschlossenen Draht genähert oder davon entfernt wird, entstehen in letzterem äusserst kurz dauernde elektrische Inductionsströme, sondern im Allgemeinen in jedem Falle, wenn ein Hauptstrom entsteht oder vergeht, oder wenn ein Hauptstrom Schwankungen in seiner Stärke (Intensität) erleidet, das heisst, wenn er schwächer oder stärker wird. Ebenso treten stets in einer geschlossenen Drahtspule, welche einen Magnetstab umgibt, Inductionsströme auf, sobald in jenem Stabe die magnetische Kraft oder der Magnetismus in der Stärke Schwankungen erleidet, d. i., wenn die magnetische Intensität zu- oder abnimmt, gleichviel, ob dies durch Annäherung eines Magnetes oder einer Eisenplatte, welche durch magnetische Induction ebenfalls einen Magnet darstellt, geschieht.

Nun können wir uns wieder zu dem Bell'schen Telephone (Fig. 148) wenden, wobei wir annehmen, dass beide Stationen *A* und *B* durch Drähte mit einander verbunden sind. Spricht man in Station *A* gegen das Eisenplättchen *PP* des Telephons, so geräth ersteres in akustische Schwingungen, durch welche, wegen der periodischen Annäherungen und Entfernungen zum und vom Magnetstabe *NS*, die magnetische Stärke des Stabes in Schwankungen geräth. In Folge hievon werden in den Windungen *W* der Drahtspule, welche den Magnet *NS* umgibt, elektrische Ströme inducirt, die in dem geschlossenen Leitungsdrahte *DD* mit der

ihnen eigenthümlich hohen Geschwindigkeit kreisen und in der anderen Station B die magnetische Stärke des Stahlstabes $N_1 S_1$ mannigfach abändern. Dadurch wird auch die Anziehung des letzteren gegen das vor ihm liegende Eisenplättchen $P_1 P_1$ derart beeinflusst, dass es durch die bald stärkeren, bald schwächeren Anziehungen in akustische Schwingungen versetzt wird, welche als eine Nachformung der durch die Worte in der Absendestation A erzeugten Schallwellen erscheinen, und die daher in der Empfangsstation wieder als Sprache von dem vor jenem Eisenplättchen horchenden Ohre vernommen werden. Da die vermittelnden Inductionsströme durch den Leitungswiderstand der langen Drähte DD an Intensität einbüssen, so wird auch in der Empfangsstation der Schall schwächer auftreten als im Orte, wo ursprünglich gesprochen wurde.

Das Bell'sche Telephon ist also eigentlich ein höchst sinnreicher, schwache Inductionsströme erzeugender magneto-elektrischer Apparat, wenn es als Sender, und ein sehr empfindliches elektro-magnetisches Instrument, wenn es als Empfänger gebraucht wird. Die stromerzeugende Kraft rührt von den Schallwellen her, und das telephonische Sprechen gibt ein schönes Beispiel zur Umwandlung der lebendigen Kräfte oder Energien. Die durch das Sprechen in der Absendestation erregten magneto-elektrischen Inductionsströme sind in ihrer Stärke so abhängig von den Bewegungen der ursprünglichen Schallwellen, dass die veränderlichen Intensitäten dieser Ströme sich durch Wellenlinien bildlich darstellen lassen. Bell hat daher derartig ihre Stärke variirende elektrische Ströme als undulatorische oder Wellenströme bezeichnet. Die Stärke der Ströme im Allgemeinen, mithin auch dieser, wird zwar durch die Länge der Leitungslinien geschwächt, jedoch stets in einem bestimmten Verhältnisse zur hervorrufenden Kraft, so dass an der Empfangsstation die Worte wohl wie aus der Ferne leiser klingend, aber in der Klangfarbe nur einigermassen geändert ankommen. Die Verschiedenheit der Klangfarbe, mithin auch der Stimme, hängt nach neueren Forschungen (Helmholtz 1859—62) von der Anzahl und relativen Stärke der den Grundton begleitenden Obertöne ab. So lange also das gegenseitige Verhältnis der Stärke der Töne, welche zusammen die Klangfarbe geben, nicht verändert wird, kann auch die geschwächt erscheinende Stimme des Telephonirenden erkannt werden, vorausgesetzt, dass der Hörende schon öfter die gedämpfte Stimme des Sprechenden vernommen hat, oder dass nicht besondere Verhältnisse im Telephon — z. B. der Eigenton des Magnetes und der Platte, die Resonanz der Verkleidungskapsel u. dgl. — das Tongemisch, welches den Klang ausmacht, doch etwas abändern.

Die musikalischen Klänge sind harmonische Tonvereine, zu welchen auch die Vocale gehören, die nichts anderes als verschiedene musikalische Klangfarben oder harmonische Tonverschmelzungen darstellen. Solche Klänge lassen sich leichter telephoniren als die Consonanten, welche aus den in der Mundhöhle erzeugten, schnell und unregelmässig wechselnden Geräuschen, regellosen Lärmlauten und nicht musikalischen Schallerscheinungen bestehen. Da Geräusche, schon ihrer Natur nach, Undeutlichkeiten bergen, so büssen sie, wenn sie als Mitlauter beim Telephoniren geschwächt werden, noch mehr an Deutlichkeit ein, so dass manche Consonanten beim telephonischen Hören einige Schwierigkeiten bieten. Man muss sich daher beim Fernsprechen einer besonders deutlichen Aussprache befleissen.

Wenn wir uns nun zu einer Rundschau der in die Rotunde gebrachten magneto-elektrischen Telephone wenden, so können wir an denselben, trotz der Verschiedenheiten in ihrem Aeusseren und Inneren, doch wesentlich Gemeinsames finden, das wir gleich jetzt ihrer Specialbesprechung voransenden wollen, um Wiederholungen zu ersparen. Die Magnete der Telephone sind nunmehr sehr kräftig und seltener wie ursprünglich gerade, sondern meist gebogen und so mit beiden Polen gegen die Eisenmembrane gelagert, dass sie auf letztere vereint wirken. Die Eisenmembrane wird jetzt von vielen Constructeuren, der besseren Wirkung halber, von grösserem Durchmesser und meist auch etwas dicker als früher genommen. Weil weiches Eisen viel schneller und stärker seinen magnetischen Zustand ändert als Stahl, und daher leichter inducirt wird, so tragen die Pole der Stahlmagnete aller neueren Telephone verschiedenster Construction Eisenverlängerungen oder Polschuhe. Je kräftiger der Magnet, je leichter inducirbar sein eiserner Polschuh und je grösser die Zahl der Windungen (2000 und darüber) des dünnen, seidenumsponnenen Drahtes der Inductionsspule ist, desto stärker wirkt im Allgemeinen das Telephon. Diese Windungen sind so angeordnet, dass die Veränderungen der beiden Magnetpole während der Thätigkeit des Apparates in gleichem Sinne, mithin verstärkt sich äussern kann.

Von Deutschland ging das allererste Telephon aus; daselbst wurde auch in Europa am frühesten die Wichtigkeit des Bell'schen Telephons erkannt und gewürdigt, sowie dessen Tragweite mächtig gesteigert und dessen Verbesserung vielseitig angestrebt; es soll daher auch mit Deutschland unsere Telephonschau in der Ausstellung beginnen. Viele der bekannteren selbständigen magneto-elektrischen Telephonsysteme Deutschlands — wie jene von Binder, Müller, Naglo, Sars, Sasserath, Schiebek und Plentz, Weinhold etc. — waren der Ausstellung fern geblieben. Anderseits brachten auch jene Firmen, die ihren Schwerpunkt in der Construction oder Führung von Mikrophonsendern haben, magneto-elektrische oder, wie man gewöhnlich gekürzt spricht, magnetische Telephone oder Magnet-Telephone.

Mit dem von der deutschen Postverwaltung angenommenen Magnet-Telephon von Siemens & Halske, deren Mutterhaus sich in Berlin befindet, mag die Einzelnbesprechung der hieher gehörigen Original-Instrumente anfangen. Bei dem Fernsprecher der eben genannten Firma, in der Rotunde durch ihre Filiale Wien vertreten, hat der Magnet die Gestalt eines langgestreckten *U* (Fig. 149), wodurch im Aeusseren die ursprüngliche Form des Bell'schen Telephons bewahrt worden ist. Die Polschuhe sind an der inneren Seite der Magnetschenkel befestigt und die Masse aller Theile des Instrumentes, sowie insbesondere der Eisenmembrane *PP*, sind grösser und stärker als beim Bell'schen Fernsprecher. Dadurch und durch den intensiveren Magnet wird eine so kräftige Wiedergabe der Sprache erzielt, dass man bei den kurzen Leitungen der Haus-Telephone schon aus einiger Entfernung von den Instrumenten sprechen und hören kann. Allein auch für grössere Entfernungen geben diese Instrumente beim Anlegen des Sprech- und Hörorgans noch eine deutliche Sprache. Die Instrumente besitzen an ihrem Fusse entweder eine Standplatte oder einen hufeisenförmigen Aufhängering. Der Abstand des Magnetes von der Schwingungsplatte lässt sich mittelst einer Schraube *v* bis

zur besten Leistung variiren; derartige Regulirungsvorrichtungen findet man jetzt auch an Telephonen anderer Elektrotechniker. Die Holzverkleidung hat, hauptsächlich wegen der günstigeren Ausdehnungsverhältnisse bei den Temperaturschwankungen, einer metallenen Umhüllung *KK* Platz gemacht. Da die Telephone überhaupt, selbst wenn sie zu den lauter sprechenden gehören, eines Aufrufsignals bedürfen, so führte Siemens bei seinen Fernsprechern eine kleine Zungenpfeife ein. welche, vor der Vibrationsplatte des Absenders angeblasen, in der Empfangsstation einen schmetternden, für den Aufruf mehr als genügend kräftigen Trompetenton gibt. Dieser lässt sich noch durch einen vor der Vibrationsplatte des Empfangs-Apparates leicht an- und absetzbaren Resonanztrichter verstärken. Ein anderes Verstärkungsmittel bietet ein die Membrane berührendes Kügelchen, welches im Pfeifchen mittels eines Drahtes eine sehr leicht bewegliche Führung hat und beim Schwingen der Membrane in trommelndes Auf- und Niederhüpfen

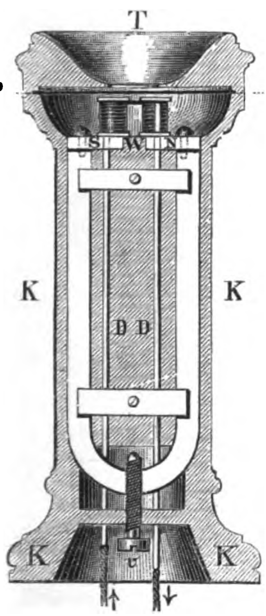


Fig. 149.

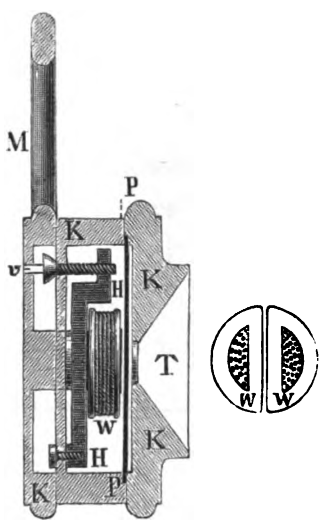


Fig. 150.

geräth. Auch bei Telephonen anderer Systeme trifft man nunmehr ähnliche Blase-Instrumentchen, welche mit einem trompetenartigen Klang anrufen. Für entferntere Stationen, wo ein derartiger Aufruf nicht hinreicht, sind allgemein elektromagnetisch beherrschte Klingelwerke (Wecker, Allarm) in Uebung, welche entweder von einer kleinen Volta-Batterie, oder bequemer von einer einfachen magnetoelektrischen Drehmaschine, mit elektrischem Strome versehen werden.

Das Doppel-Telephon von C. & E. Fein in Stuttgart lässt die ungleichnamigen Pole zweier paralleler Magnetstäbe auf eine naheliegende, jedoch elliptische Eisenmembrane wirken. Die anderen, von der letzteren abgewendeten Fusspole jener Stäbe sind mit einem geraden Eisenstäbchen (wie bei den Elektromagneten der Telegraphen) derart verbunden, dass man eigentlich einen zwei-

schenkligen Magnet hat, dessen obere, schmälere Enden die Spulen feiner Drahtwindungen tragen. Die beste Einstellung der Pole gegen die Membrane erfolgt am Fusse des Instrumentes mit Hilfe einer feinen Schraube. Bekannter als dieses Telephon ist ein anderes von Fein, bei welchem (Fig. 150) ein kräftiger flacher Hufeisenmagnet *M* zwei zu den Polen senkrechte, halbkreisförmige Inductionsspulen *WW* trägt. Die Kerne dieser letzteren bestehen, zur Erzielung einer leichteren und stärkeren magnetischen Beweglichkeit, aus isolirten, sehr flachen Eisenstreifen, oder sehr dünnen Eisenstäbchen. Der Querschnitt der beiden Eisenkerne gibt hier zusammen nur einen einzigen Kreis, der auf die Membrane *PP* central und daher gleichmässig wirkt, was für die regelmässige Tonerzeugung von Vortheil ist. Die Regulirung der besten Distanz zwischen der Membrane und den Eisenkernen erfolgt mittelst eines von einer Stellschraube *v* beherrschten Messinghebels *H*. Das anfänglich hölzerne Gehäuse ist jetzt durch ein messingenes

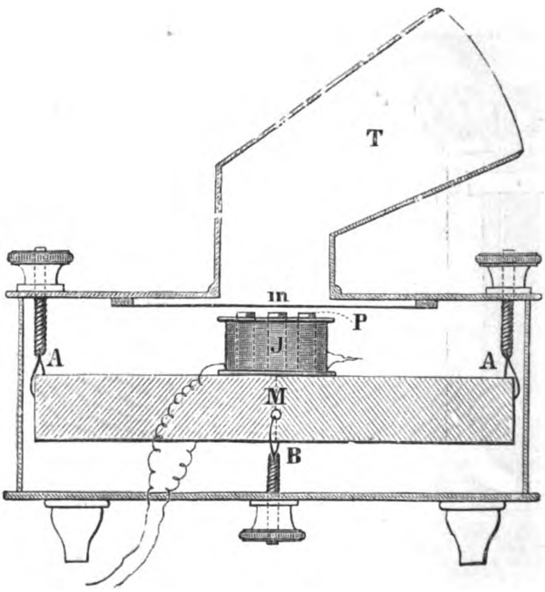


Fig. 151.

KK ersetzt. Der Bogen des Hufeisenmagnetes wird als Aufhängering für dieses zweckmässig geformte Telephon benützt. Für nicht zu weite Entfernungen dient ein Trompeten-Signal. Die Fein'schen Telephone erfreuen sich eines guten Rufes.

Ganz eigenthümlich ist das Böttcher'sche von Schäfer & Montanus in Frankfurt a. M. ausgestellte Telephon (Fig. 151), bei welchem zwei mit ihren gleichnamigen Polen zusammenstossende Hufeisenmagnete *AMA* zwischen dem elastischen Boden des Gehäuses und der Eisenmembrane *m* an elastischen Drahtschlingen so schweben, dass sie sich mittelst der feinen Schrauben *AA* und *B* reguliren lassen. Um eine raschere und durchgreifendere Aenderung des Magnetismus zu erzielen, besteht jeder der beiden Polschuhe aus 3 getrennten Eisenstäbchen *P*, welche von den zugehörigen 2 Drahtspulen *J* umschlossen sind. Ueber diesen Eisenkernen liegt im Abstande von $^1/_2 mm$ die Eisenmembrane *m*. Diese und

die Magnete schwingen beim Ansprechen in Folge der federnden Aufhängung gegen einander, woraus eine verstärkte Wirkung hervorgeht. Das auf Füssen ruhende Gehäuse dieses Telephons ist aus Metall, wodurch die unregelmässigen Veränderungen, denen hölzerne Einfassungen unterworfen sind, vermieden und ein längerer Halt der Regulirung erzielt wird. Ueber der Membrane *m* befindet sich ein Schalltrichter *T* für das Hineinsprechen. Zu diesem Instrumente, welches in Fig. 152 in der perspektivischen Ansicht gezeichnet ist, und das sich besonders gut als Sender eignet, gehören ein oder zwei leichte Hör-Telephone (Fig. 153), deren Magnet mit dem hölzernen Handgriffe verkleidet ist und deren Polschuh und Inductionsrolle senkrecht zum Magnetpole und zur Membrane stehen; es liegt also die Ebene der letzteren mit jener des Holzstieles parallel. Das Ganze hat beiläufig die Form eines gestielten runden Handspiegels. Weil bei solchen Instrumenten auch in der Ruhelage die Hörmuschel vertical steht, so bezeichnet man sie kurz als „Telephone mit verticaler Hörmuschel". Die Vortheile dieser jetzt auch von anderen Constructeuren adoptirten Anordnung treten besonders bei einer langen telephonischen Unterhaltung hervor, weil man nicht so bald

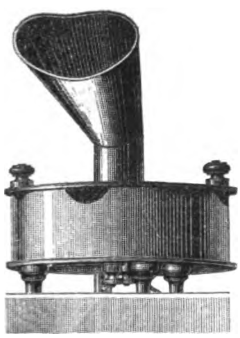


Fig. 152.

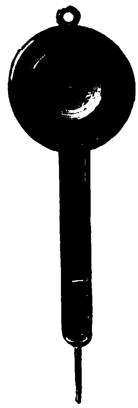


Fig. 153.

ermüdet, indem die Hände in bequemer Lage am Körper bleiben, und nicht, wie bei den gewöhnlichen Hör-Telephonen, in belästigender Weise lange Zeit in der Höhe gehalten werden müssen. Mehrseitig und glaubwürdig wird von dem Böttcher'schen Sender die grosse Tragweite, sowie die Deutlichkeit der Lautreproduction und die Erhaltung der Klangfarbe gerühmt. In Frankreich wird dieses System vom Maison Bréguet geführt.

In Oesterreich traten zwar nur wenig Variationen des Magnet-Telephons auf, aber die vorhandenen Instrumente waren schön und solid gearbeitet. Dies gilt namentlich von den vorzüglichen Fernsprechern der Telegraphen-Anstalt Deckert & Homolka in Wien, welche in der Rotunde zwei dem Publikum gratis zugängliche und stark in Anspruch genommene Sprechzellen zur Erprobung einer gewöhnlichen telephonischen Zwiesprache aufgestellt hatte. Diese Firma verwendet bei ihren Telephonen (ähnlich wie in Fig. 149) sehr starke, mit Polschuhen versehene Hufeisenmagnete und Inductionsrollen von vielen Windungen

Die zugehörigen Eisenmembranen sind etwas grösser als man sie im Allgemeinen antrifft, und eine feine Schraube gestattet, je nach der längeren oder kürzeren Linie, den Magnet der Membrane anzunähern oder davon zu entfernen. Die Telephone der einfacheren Stationen erschienen entweder mit Standfuss (Fig. 154) in eleganter, mit dunklem Leder überzogenen Metallfassung und mit aufgesetztem Ruftrompetchen, oder behufs der bequemeren Handhabung, mit verticaler Hörmuschel (Fig. 155) und in einer Verkleidung aus Hartgummi. Auch die letzteren compendiösen Telephone besitzen sehr kräftige Hufeisenmagnete. Die Abbildung der Kasten-Telephone dieser Firma wird bei der Behandlung einer vollkommen eingerichteten telephonischen Doppelstation gebracht werden (Fig. 175 und 176). Diese können dann auch als Typen der Kasten-Telephone überhaupt gelten, da ja die diesbezüglichen Variationen unwesentlich sind. Die Sprachreproduction aller Telephone dieser Firma erfolgt, wie der Berichterstatter wiederholt erprobt hat mit sehr grosser Deutlichkeit und guter Erhaltung der Klangfarbe.

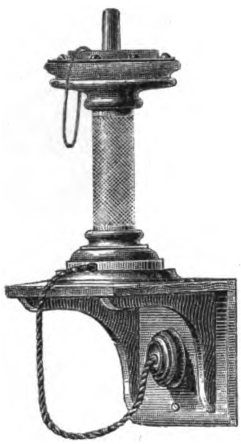


Fig. 154.

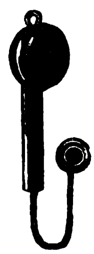


Fig. 155.

Der Telegraphen-Controlor A. W. Lamberg in Linz brachte fünferlei von ihm erfundene Fernsprech-Apparate, von welchen vier Magnet-Telephone hier, das Mikrophon aber weiterhin, ihrem Principe nach, skizzirt sein mögen. Das Fässchen-Telephon, von seiner Form so benannt; es besitzt zwei sich parallel gegenüberstehende Eisenmembranen, welche je vor zwei Polen eines mit Inductionsspulen bewaffneten Hufeisenmagnetes liegen. Die Membranen sind, hauptsächlich um das Rosten zu verhüten, vergoldet. Ein anderes Telephon soll mittelst concentrischer, auf entgegengesetzten Polen ruhender Spulen die Membrane zu einer inducirenden ringförmigen und daher gleichmässigen Wirkung sowohl im Sender als Empfänger bringen. — Durch das Wasserstoffgas-Telephon soll eine Säule von Wasserstoffgas, wegen der besseren Leitfähigkeit des letzteren in Bezug auf den Schall und seiner höheren specifischen Spannkraft, eine kräftigere telephonische Uebertragung erzielt werden. Bei einem vierten Magnet-Telephone, welches der Aussteller Mikro-Telephon nennt, weil die Strominduction nicht wie gewöhnlich von einer schwingenden Eisen-

membrane, sondern von 2 eisengefüllten hinter einander geschalteten Inductionsrollen ausgeht, welche zwischen den ungleichnamigen Polen eines kräftigen Magnetes schwingen. Dieses wird dadurch bewirkt, dass jene Inductionsspulen im Centrum einer hölzernen oder metallenen Membrane mittelst Zapfen und nadelförmigen Trägers befestigt sind. Wenn nun durch einen Schalltrichter gegen jene Membrane gesprochen wird, so theilt sie ihre Schwingungen jenen Inductionsrollen mit. Die hiedurch entstehenden Inductionsströme werden zum Hör-Telephon geleitet. Das Sprech- und Hör-Instrument sind hier in einem Holzkasten, der die Form eines rechten Winkels besitzt, so untergebracht und mit einander verbunden, dass man gegen die wagrechte Membrane sprechen und gleichzeitig an die lothrechte eiserne Hörplatte das Ohr legen kann. Erfahrungen oder Prüfungen bezüglich der Leistungsfähigkeit dieser Instrumente liegen bisher keine vor.

Die Telephon- und Telegraphenbau-Anstalt von Carl Kragl jun. in Pressburg brachte ein Telephon — Eisen-Telephon genannt — welches im Wesentlichen darin besteht, dass nur ein kleiner, dünner und gerader Stahlmagnet (45 *mm* lang, 5 *mm* dick) in der Inductionsspule steckt. Vor dem mit der letzteren umgebenen Südpol liegt die Eisenmembrane, während der freie Nordpol ein weiches Eisen trägt, wodurch der neutrale Gürtel dem letzteren derart näher rücken soll, dass $^2/_3$ des Stabes südmagnetisch werden. Dadurch gewinne — nach dem Raisonnement des Ausstellers — die Spule ein längeres magnetisches Feld, die Windungen könnten dann mehr neben als über einander, also dem Magnet näher liegen und daher kräftiger inducirt werden. Der schwache Magnet könne der Membrane viel näher als ein starker gebracht werden, ohne dass man eine vom Magnete bewirkte Spannung der letzteren zu befürchten hätte. Die Membrane dieses Telephons ist verhältnismässig gross und der Magnetstab besitzt eine Regulirschraube. Nach Angabe des Ausstellers sollen diese leichten, bequemen und wohlfeilen Telephone noch auf 20 *km* Entfernung verständlich sprechen können; andere diesbezügliche Zeugnisse lagen nicht vor.

Die Magnet-Telephone Frankreichs konnte man in der Collectiv-Ausstellung von H. de Branville in Paris vergleichen. Im Aeusseren unterscheiden sich im Allgemeinen die französischen Magnet-Telephone von jenen Deutschlands und Oesterreichs durch die kreisförmige Gestalt ihres Magnetes. Die Haupttypen der französischen Magnet-Telephone sind jene von Gower, Ader und d'Arsonval.

Das Telephon von Gower in Paris besitzt (Fig. 156) einen flachen, halbkreisförmigen, kräftigen Magnet, dessen beide Schenkel in der Richtung des Durchmessers mit ihren Polen N und S einander möglichst nahe kommen. Die letzteren tragen eiserne Polschuhe senkrecht zur Ebene des Magnetes. Die Inductionsspulen WW dieser Eisenkerne sind gegen das Centrum des eisernen Vibrationsplättchens gewendet; sie sind abgeplattet, um ihre Wirkung auf die Mitte der Membrane zu concentriren.

Das messingene Gehäuse hat die Form einer aufhängbaren kreisrunden Dose, gegen deren im Deckel liegende, verhältnismässig grosse Eisenlamelle durch einen mit Mundstück versehenen akustischen Schlauch gesprochen wird. Durch letzteren leitet man auch in der Empfangsstation den Schall zum Ohre.

Die Sprache kommt in nicht zu grossen Entfernungen laut an. Da jedoch wegen der hohen Empfindlichkeit des Instrumentes, der lauten Sprachreproduction die constante Deutlichkeit fehlt und dagegen ein störender metallischer Klang anhaftet, so wird nicht selten als Empfangs-Instrument irgend ein anderes gutes Magnet-Telephon mit dem Gower'schen weit tragenden Absende-Telephon verbunden. Als Anrufer für kurze Distanzen dient ein am Deckel angebrachtes Zungenpfeifchen, wie es in der Blas-Harmonika vorkömmt und welches durch den oben erwähnten Schlauch angeblasen wird. Dieses Telephon konnte man auch noch in der Ausstellung des Londoner Telegraphen-Departements, sowie jener der französischen Nordbahn sehen.

Auch das Telephon von Clément Ader in Paris enthält (Fig. 157) einen kreisrunden Magnet *NS*, jedoch so, dass der letztere mit seinem vernickelten Körper eine elegante ringförmige Handhabe oder den Aufhängering abgibt, während seine beiden, von Drahtspulen *W* umschlossenen Pole gegen die eiserne Schwingungslamelle *PP* gekehrt sind. Ueber der letzteren befindet sich ein fixer massiger

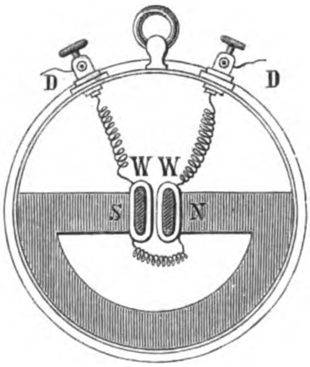


Fig. 156.

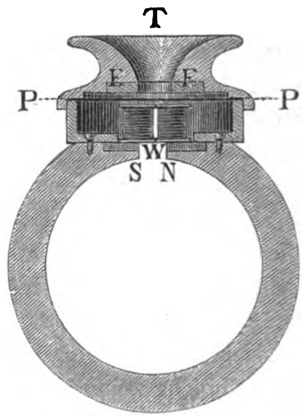


Fig. 157.

Eisenring, durch dessen Oeffnung das untere Ende des Schalltrichters geht. Dieser Eisenring *EE* hat die Aufgabe, die gegenüberliegenden Magnetpole, vermöge der magnetischen Induction stärker zu erregen, weshalb er der „Erreger" („*Surexcitateur*") heisst. Die Theorie einer derartigen magnetischen Induction („*Surexcitation*") wurde zuerst von Du Moncel (1858) gegeben. Je mehr die Masse der Eisenarmatur oder des Ankers eines Magnetes in ihrer Grösse sich jener des letzteren nähert, desto mächtiger wird ihre gegenseitige Erregung, bis sie endlich das Maximum erreicht, wenn die Massen beider gleich gross geworden sind. Wenn man dann eine Eisenmembrane zwischen beide Massen bringt, so befindet sie sich im stärksten magnetischen Felde. Das Ader'sche Telephon scheint einen grossen Verbreitungsbezirk zu haben; es war ausser von de Branville noch ausgestellt vom französischen Ministerium, von Bréguet (Société anonyme) in Paris, von der Pariser Société générale des Téléphones, von der französischen Nordbahn und von Mourlon & Co. in Brüssel. In Oesterreich führt W. Wolters in Wien diese Instrumente.

Analog dem Ader'schen Telephon ist jenes von Dr. A. d'Arsonval (Fig. 158). Bei diesem Instrumente ist der eine mit weichem Eisenkern *E* und Inductionsspule *W* bewaffnete Magnetpol *N* des wie eine Kreisspirale geformten Magnetes *NS* von einem eisernen Cylindermantel *SS* des anderen Poles *S* umgeben. Dadurch ist der Draht der Inductionsspule *W* gänzlich dem Einflusse des magnetischen Feldes ausgesetzt, welches zwischen dem Eisenkerne *E* und dem mantelförmigen eisernen Polschuh *SS* liegt. In der That gibt dieses Telephon die Sprache kräftig und deutlich wieder, und wenn das reproducirende Instrument mit einem Resonanztrichter versehen wird, kann man es für mässige Distanzen im Empfangssaale überall hören. In der Absendestation wird auch, wie bei Gower durch ein biegsames elastisches Rohr (aus Guttapercha o. dgl.) gesprochen. Dieses neue Instrument scheint noch wenig verbreitet zu sein.

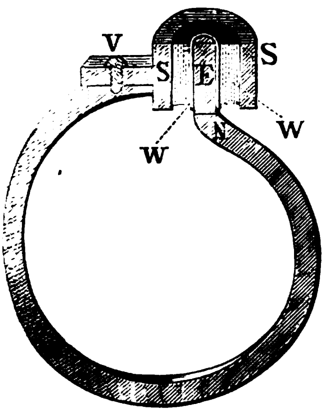
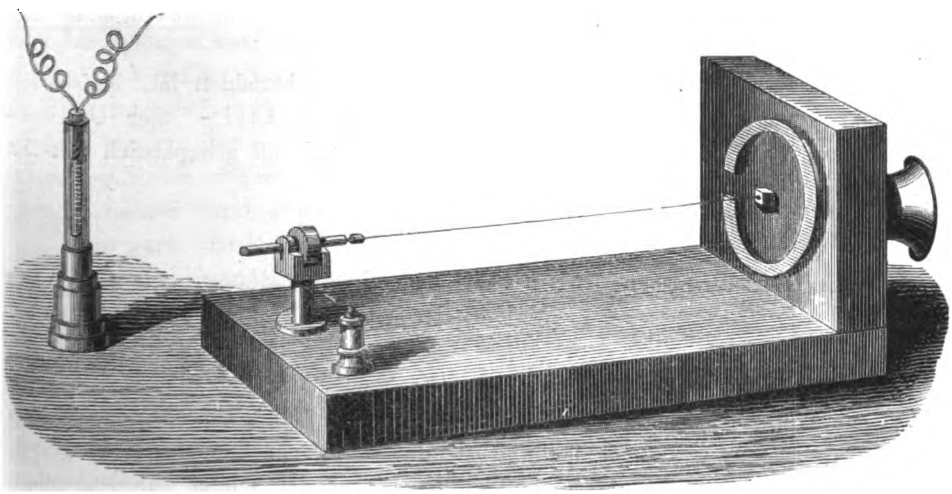


Fig. 158.

William Testu in Paris brachte ein Telephon von der Form einer grossen Taschenuhr, welches gerühmt wird und sich besonders als Hör-Instrument für Mikrophon-Sender eignen soll. Es hat einen Schalltrichter aus Hartgummi (Ebonit) Hinter der Eisenmembrane liegen im Kreise symmetrisch sechs Nord- und dazu concentrisch nach innen ebenso viele Südpole, welche alle mit Inductionsrollen. feinen Drahtes bewaffnet sind. Das Instrument wurde von de Branville nach der Erfindung Testu's construirt, weshalb es auch bei ersterem zu finden war.


Fig. 159.

Bei de Branville hatte auch Preece sein bereits dem Principe nach erwähntes Thermophon (Fig. 159) ausgestellt. Ursprünglich bestand dieses Instrument aus einem dünnen, zwischen einer Membrane und einer Stellschraube gespannten Platindrahte. Die durch letztern geleiteten Wellenströme erzeugen, je

nach ihrer wechselnden Stärke, eine undulirende Wärmewirkung, welche sich als Ausdehnung und Zusammenziehung des Drahtes und mithin als Vibration der Membrane äussert. An der jüngsten Form des Thermophons von Preece sieht man jedoch (in der Figur links) eine mit einem Korkstöpsel geschlossene Glasröhre. Durch jenen gehen zwei Drähte in die letztere, wo zwischen denselben eine etwa 5 *cm* lange, möglichst dünne Platinspirale geschaltet ist. Die undulirenden Ströme rufen in der letzteren Wärmewellen, und in Folge dessen Ausdehnungen und Zusammenziehungen des Drahtes hervor, wodurch die Luft in der Röhre in Schwingung geräth. Daher kommt es, dass man das Instrument wie ein Telephon benützen kann, indem man es mit seinem untern Schalltrichter dicht an's Ohr legt. Bisher konnte jedoch damit nur ein schwaches Hören erzielt werden.

Kreisförmige Magnete wie bei Gower oder Ader fanden sich auch bei den Telephonen der Petersburger Ingenieure Crestin und Deschewoff, sowie bei dem Telephon von Golubicky in Tarussa. Das Instrument des letzteren war nicht nur in der russischen Abtheilung, sondern auch in der Telephonsammlung bei de Branville aus Paris ausgestellt. Es zeigte unterhalb der Eisenmembrane, in einigem Abstande von ihrem Mittelpunkte, vier conjugirte. Inductionsrollen tragende Pole, welche zu zwei kreisförmig gebogenen Hufeisenmagneten gehören, die sich mit ihren Ebenen unter einem rechten Winkel kreuzen. Durch diese Anordnung beabsichtigt der Aussteller die Verhinderung von Knotenlinien an jenen Stellen, wo jetzt die Magnetpole liegen, und welche sich ohne diese bei manchen Tönen besonders leicht bilden, wodurch die Klangfarbe beeinträchtigt werde. Diese Telephone sollen nach mehrseitiger Versicherung befriedigend die Sprache wiedergeben. Ob die Ursache hievon wirklich in einer durch jene Pole erzwungenen Bewegung der sonst ruhenden Stellen liege, oder einfach in der Vermehrung und glücklichen Anordnung der Pole, bleibt vorläufig noch eine offene Frage.

Was sonst noch über die Magnet-Telephone zu berichten ist, bezieht sich auf ihre Verbindung unter einander und mit den Batterie- oder Contact-Transmittern, oder mit den Mikrophonen und soll gelegentlich weiterhin behandelt werden.

III. Die Batterie- oder Contact-Transmitter, oder die Mikrophone.

Die magneto-elektrischen Telephone als Sender erzeugen allein, ohne Volta-Element oder Volta-Batterie, die elektrischen Wellenströme; es gibt dagegen auch telephonische Einrichtungen, bei welchen der elektrische Strom von einem oder mehreren Volta-Elementen ausgeht, und bei welchen der Sender nur den vorhandenen elektrischen Strom in seiner Stärke, entsprechend den zu übertragenden Schallwellen, verändert. Man nennt diese zweite Classe von Sprachabsendern Batterie-Transmitter (Batterie-Telephone), oder auch Contact-Transmitter (Contact-Telephone), weil dabei die lose Berührung der Batteriepole eine Hauptrolle spielen. Das Telephon von Reis war ein Batterie-Telephon.

Wenn — wie es vorherrschend in der Praxis der Fall ist — diese sich berührenden Batteriepole Kohlenstücke sind, so heisst ein solcher Sender Kohlen-Transmitter (Kohlen-Telephon). Nur die äusserst empfindlichen Sender dieser Art hiessen ursprünglich Mikrophone; dieser Unterschied ist jedoch mit der Zeit geschwunden, so dass man jetzt die Contact-Transmitter jeder Art auch Mikrophone nennt. Solche Transmitter leisten besonders dann gute Dienste, wenn die Stationen sehr weit von einander entfernt liegen, oder wenn fortwährende Unruhe das Hören erschwert, und daher ein stärkerer elektrischer Strom erforderlich ist, als die magneto-elektrischen Telephone erregen können.

Nach dem soeben Gehörten haben die Batterie-Transmitter die Aufgabe, den von einem oder mehreren geschlossenen Volta-Elementen herrührenden elektrischen Strom in seiner Stärke durch die Schallwellen, welche auf den Transmitter wirken, in jene undulatorischen Schwankungen zu versetzen, wie sie zum elektrischen Uebertragen der Sprache nach der grösseren Ferne nothwendig sind. Zu diesem Behufe muss der elektrische Leitungswiderstand in dem Stromkreise so leicht veränderlich eingerichtet werden, dass schon die Schallschwingungen im Stande sind, im Schliessungsbogen Widerstandsveränderungen, mithin Variationen in der Stromstärke zu bewirken, welche den Schallwellen entsprechen. Solche Fernsprecher mit Batterie, bei denen die periodischen Widerstandsänderungen dadurch erfolgten, dass beim Schwingen der Sprechplatte etwas kürzere oder längere Flüssigkeitssäulchen in den Stromkreis eingeschaltet wurden, haben Gray und Bell schon im Jahre 1876, noch vor dem magneto-elektrischen Telephon, construirt; aber diese Telephonart trat gegen Bell's Fernsprecher für kurze Zeit in Schatten. Da jedoch der Gebrauch einer Batterie beim Telephon Verstärkungen der Klangtransmission hoffen liess, so konnte dieses Princip nicht verlassen bleiben. In der That wurde es von Edison, der ebenfalls vom Telephon Reis ausgegangen war, selbständig verfolgt (1876), und er gründete darauf seinen telephonischen Sender (Kohlen- oder Carbon-Telephon genannt), bei welchem die Widerstandsänderungen nicht, wie vorhin, durch veränderliche Flüssigkeitsschichten, sondern durch den verschiedenen Druck bewirkt wird, welchen eine in den elektrischen Strom eingeschaltete Kohlenscheibe oder eine Lampenrussschichte von einem elastischen Berührungskörper der schwingenden Sprechplatte zu erleiden hat.

Allein auch der Edison'sche Kohlen-Transmitter vermochte noch nicht die allgemeine Aufmerksamkeit auf die Telephone mit Batterie zu lenken, sondern dies gelang erst dem Mikrophon von Hughes (April 1878). Im Wesentlichen besteht dieses Instrumentchen aus einem an beiden Enden zugespitzten Kohlenstäbchen *A* (Fig. 160), welches sich zwischen zwei Lagern *B* und *C* aus Kohle leicht beweglich befindet, und nebst einem entfernten Magnet-Telephon *T* in dem Stromkreise *KDAZ* eines Volta-Elementes *ZK* eingeschaltet ist. Die beiden Kohlenstücke *B* und *C* sind entweder an einem hölzernen Resonanzkästchen oder an einem Resonanzbrettchen *P* befestigt. Hat letzteres eine lothrechte Lage, dann bekommt noch der Apparat eine wagrechte hölzerne Fussplatte *R*, welche mit schall-isolirenden Knöpfen *ii* aus Kork, Hartgummi, Guttapercha, Watta u. dgl. m. auf einen Tisch gestellt werden kann. Wird nun das Resonanzbrettchen *P*, welches die beiden Kohlenlager *B* und *C* trägt, durch die Schallwellen in Mit-

schwingung versetzt, so erleiden die Contactstellen zwischen jenen zwei Kohlenträgern *B* und *C* und dem sehr lose darin ruhenden Kohlenstäbchen *A* durch die Schallwellen Erschütterungen, wodurch sich die Berührungen in mehr oder weniger Punkten herstellen und, je nach den Schwingungen, inniger oder minder innig gestalten, jedoch nie gänzlich aufhören. Durch diese wechselnden Contactgrössen treten Aenderungen des elektrischen Leitungswiderstandes, mithin auch der Stromstärke ein, welche von den Schallschwingungen abhängen. Durch letztere gestaltet sich also die Stromschwankung wellenförmig. Diese Stromschwankung wirkt in der Empfangsstation auf das daselbst in dem Stromkreise befindliche Telephon *T* in derselben Weise wie früher jene elektrischen Wellenströme, welche durch das Magnet-Telephon der Absendestation erzeugt worden sind, nur ist beim Mikrophon die Leistung noch stärker, weil der Wellenstrom kräftiger ist, d. h. die Schall-Reproduction wird, unter sonst gleichen Umständen, mächtiger mittelst eines Mikrophon-Transmitters als mittelst eines magnetischen Telephon-Senders.

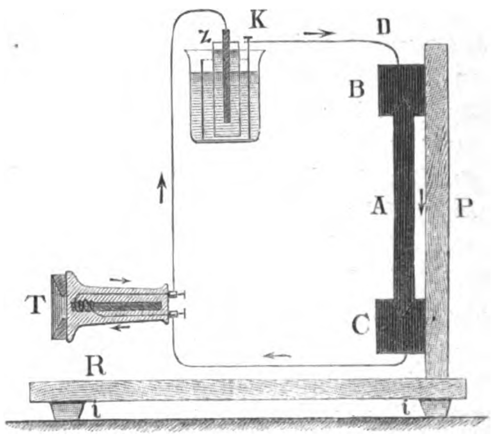


Fig. 160.

Das Mikrophon von Hughes überträgt besonders stark die allerfeinsten mechanischen Geräusche, welche an seiner Resonanzplatte oder an dem mit letzterer verbundenen Fussbrette erzeugt werden; ja es vergrössert sogar die Schallstärke. So z. B. hört man den Schritt einer Fliege, wenn sie am Fuss- oder Resonanzbrettchen des Hughes'schen Mikrophons dahin schreitet, in der Empfangsstation durch das Telephon sehr deutlich, während dies direct an der Absendestation nicht der Fall ist. Deshalb wurde das Instrument von seinem Erfinder als Mikrophon, analog nach dem Worte „Mikroskop", bezeichnet. Nur die mechanischen schwachen Geräusche, wie z. B. das Ticken einer Taschenuhr, der zarteste Haarpinselstrich, der Gang eines Insectes u. dgl. m., wenn diese Bewegungen an dem Fussbrette oder an der Resonanzplatte des Mikrophons erfolgen — werden wirklich verstärkt nach der Ferne übertragen. Wenn dagegen schallende Luftwellen die Resonanzplatte des Mikrophons treffen, so wird wohl, bei guten Anordnungen, der Schall stärker als mittelst eines magnetischen Telephonsenders nach der Ferne übermittelt; die Schallwahrnehmung an der Empfangs-

station tritt aber dann jedenfalls schwächer als am Absendeorte auf. Hiedurch verliert eigentlich die Bezeichnung „Mikrophon“ bei der Uebertragung der Sprache nach der Ferne den ursprünglichen Sinn, indem ja, absolut genommen, keine Verstärkung, sondern vielmehr eine Schwächung der ursprünglichen Laute in der Empfangsstation eintritt. Trotzdem hat sich diese Benennung sowohl für das ursprüngliche Instrument von Hughes, als für alle Instrumente dieser Art erhalten.

Auch das Mikrophon wurde seit seiner Erfindung in der mannigfachsten Weise variirt, und es ist hier unmöglich, allen diesen Aenderungen oder Maskirungen eines und desselben Principes zu folgen. Ausserordentlich gross ist jetzt die Anzahl der verschiedenen mikrophonischen Transmitter-Arten und täglich kommen noch neue Formen hinzu. So höchst verschiedenförmig auch die Mikrophone eingerichtet sind, so haben sie doch alle das Gemeinsame, dass in dem Stromkreise eines oder mehrerer Volta-Elemente (gewöhnlichen Leclanché) mittelmässige oder minder gute Leiter, welche sich nur lose berühren und daher schon durch die Schallwellen in ihren Contactstellen leicht erschüttert werden, aufgenommen sind. Es können nur mittelmässige oder minder gute Leiter, wie z. B. die Kohle, Schwefelmetalle, einige Metalloxyde, Eisenfeile, einige Metallpulver, wohl auch noch das Platin, u. dgl. m. hiezu verwendet werden, weil nur solche dem elektrischen Strome einen so grossen specifischen Widerstand entgegensetzen, dass schon die kleinsten gegenseitigen Lagenveränderungen der Contactkörper empfindliche Widerstands- und daher auch ausgiebige Stromschwankungen bewirken. Dies wäre dagegen bei Contactkörpern, z. B. aus den besser leitenden Metallen nicht der Fall; denn solche würden dem elektrischen Strome einen viel zu kleinen specifischen Leitungswiderstand entgegensetzen, als dass die Widerstandsänderungen durch Erschütterung der Contactpunkte merklich hervortreten könnten. Von allen als mikrophonische Contactkörper verwendbaren Materien hat sich bisher die mineralische Kohle am besten bewährt, indem ihr nebst der minder guten Leitfähigkeit noch das zu statten kommt, dass sie kein zu hohes specifisches Gewicht besitzt, also leicht beweglich ist, ferner dass sie nicht oxydirt und daher chemisch rein bleibt, dass sie durch ihre grosse Porosität einen sehr mannigfaltigen Wechsel der Contactpunkte ermöglicht und sich auch in verschiedenen Graden metallisiren lässt. Man wählt zu solchen Contactkohlen meist die künstlich hergestellten harten Kohlenpasten oder auch Graphit in Gestalt von Knöpfen, Cylinderchen, Scheiben, Stäbchen u. s. w. Die an den Contactkohlen bewirkten Widerstandsänderungen rühren, nach Edison und Du Moncel, von dem veränderlichen Drucke her, welchem sie durch die vibrirende Schallplatte ausgesetzt sind; nach Hughes von der variablen Grösse ihrer Contactstellen und endlich nach Bidwell von den Temperaturänderungen an den Kohlencontactpunkten. Hiebei nimmt mit der steigenden Temperatur bei der Kohle der Leitungswiderstand ab, bei den Metallen aber zu. Aus obigen Gründen findet man also in der Regel bei den Mikrophonen nur Kohlen als Contactkörper; hie und da wird jedoch auch für den einen der beiden Contactstücke Platin in Form eines Kügelchens oder Stiftes genommen (späteres Mikrophon von Lüdtge, dann jenes von Blake u. m. a.); ja in jüngster Zeit scheint sogar der beiderseitige Platin-

contact in Aufnahme kommen zu wollen. Die Contactstellen der lose eingeschalteten Leiter (z. B. der Kohlenknöpfe oder Kohlenstäbe) werden mittelst einer durch die Schallwellen schwingenden Platte oder Schallmembrane aus Resonanzholz, Glimmer, Hartgummi, Eisen oder irgend einem Metalle erschüttert, wodurch der elektrische Strom in seiner Stärke undulatorische Schwankungen erleidet, die sich dem Hör-Telephon mittheilen, wozu gewöhnlich ein magnetisches Telephon verwendet wird; aber es lassen sich auch Mikrophone als Hör-Instrument verwenden. Da das Knistern und Knacken der Kohlen in den Berührungspunkten, ferner die zum Sprechen nicht gehörigen Nebengeräusche ebenfalls nach der Ferne in störender Weise übertragen wurden, so musste vor Allem diesen Uebelständen durch geeignete Mittel (Regulirung der Contacte, Isolirung der Schallmembrane u. dgl. m.) entgegengearbeitet werden. Weiters ergab sich bald, dass die Mikrophone ohne ein besonderes Hilfsmittel nur so lange wirksam bleiben, als sie blos einen so geringen Leitungswiderstand zu überwinden haben, gegen den die Widerstandsänderungen in den Kohlencontacten noch in Betracht kommen. Dies ist nur bei kurzen Leitungen der Fall. Für grosse Distanzen dagegen sind jene Aenderungen des Leitungswiderstandes der Contactstellen gegen den mächtigen Leitungswiderstand in dem langen Liniendrahte viel zu gering, als dass sie ausreichende Schwankungen des Stromes hervorrufen könnten. Man verwendet daher den mikrophonischen Transmitter derart, dass er in der Absende-Station

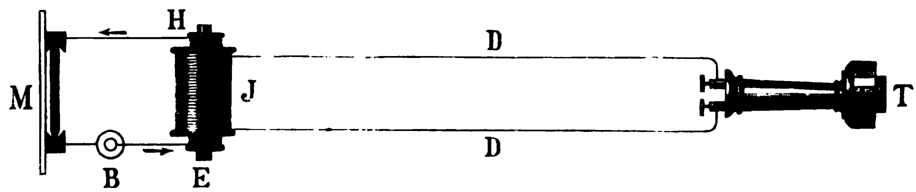


Fig. 161.

nur einen geringen Widerstand zu überwinden hat, wodurch er empfindlich und wirksam bleibt. Zugleich ist dafür gesorgt, dass der durch den Transmitter in Schwankungen versetzte elektrische Hauptstrom kräftigere Inductionsströme erregt, welche in dem langen geschlossenen Liniendrahte kreisen und die Sprachlaute mittelbar nach den Telephonen übertragen, auch wenn sie in grösserer Entfernung in dem Liniendrahte eingeschaltet sind. Der Hilfsapparat, welcher diese wichtige Aufgabe zu lösen hat, ist eine kleine Inductionsrolle und heisst Inductorium. Ein solches (Fig. 161) besteht aus einer Spule *H* von geringem Leitungswiderstande, d. i. mit wenigen isolirten Windungen dicken Drahtes für den Hauptstrom (Primärstrom) und einer darüber geschobenen Multiplikatorrolle *J* von grossem Widerstande, d. i. mit isolirten vielen Windungen dünnen Drahtes für den Inductionsstrom (Neben- oder Secundärstrom). Die innere Spule enthält einen Kern *E* weichen Eisens, welches durch den Hauptstrom *H* so magnetisirt wird, dass die Ströme des Elektromagnetes mit dem Hauptstrome dieselbe Richtung haben. Dadurch wird auch der Inductionsstrom verstärkt. Das Mikrophon *M* ist mit der inneren Spule *H* des primären Stromes, das Hör-Telephon *T* der eigenen, sowie der fremden Stationen mit der äusseren Rolle (Inductions-

Spule) J verbunden. Ersteres arbeitet also direct nur mit dem Hauptstrome, bei kurzem Drahte und daher geringem Leitungswiderstande, local in der Aufgabsstation; es ertheilt dem Hauptstrome seine den Schallwellen entsprechenden Intensitätsschwankungen. Die hiedurch in der Inductionsspule J erregten undulatorischen Inductionsströme besorgen dann mittelbar die Uebertragung der Schallwellen längs des eingeschalteten Liniendrahtes nach den Hör-Telephonen in der Ferne. Das Inductorium umwandelt also die primären Wellenströme des localen Mikrophonkreises von geringer, in undulatorische Inductionsströme von hoher Spannung, damit es möglich wird, den grossen Leitungswiderstand im langen Liniendrahte zu besiegen.

Alle bisher in der Praxis verwendeten Transmitter lassen sich in zwei Hauptgruppen bringen, wovon die erste nur in einer Stelle, die andere in zwei oder mehreren Stellen den Contact für den elektrischen Strom herstellt. Man nennt die Mikrophone der ersten Classe die eincontactigen oder Eincontacter, jene der zweiten Classe die mehrcontactigen oder Mehrcontacter oder mikrophonische Multiplikatoren. Die Eincontacter übertragen die Sprache mit grösserer Deutlichkeit und treuerer Klangfarbe als die Mehrcontacter; sie bedürfen jedoch öfter einer zarten Regulirung für die beste Leistung. Die Mehrcontacter übermitteln im Allgemeinen den Schall kräftiger als die Eincontacter, und bedürfen in der Regel keiner Regulirung, auch sind sie insoferne verlässlicher als die letzteren, als es unwahrscheinlicher ist, dass viele Contacte zu gleicher Zeit den Dienst versagen, als ein einziger. Durch gute Adjustirung, nicht zu starkes Sprechen und andere Vorsichten lässt sich jedoch auch bei den Eincontactern die nothwendige Sicherheit erzielen, wie man dies bei den vorzüglichen Transmittern von Berliner, Blake u. a. m. erfahren hat.

Da das Telephon von Reis eigentlich ein Batterie-Transmitter war und, ohne in den Prioritätsstreit hinsichtlich der Mikrophone einzugreifen, jedenfalls der Deutsche Emil Berliner in Boston und Dr. Lüdtge in Berlin vor Hughes (1878) ihre Batterie-Transmitter construirt haben (1877), so soll auch die Mikrophonschau der Ausstellung wieder mit Deutschland beginnen. Das Mikrophon Lüdtge's war nicht in der Ausstellung, wohl aber jenes von E. Berliner, welches durch den Bruder und General-Agenten des Erfinders — J. Berliner in Hannover — gezeigt wurde. Bei dem als vorzüglich berufenen Transmitter Berliners (Fig. 162) wird der Contact gebildet durch ein hängendes, mittelst Charniers c leicht bewegliches, für die Berührung abgerundetes Cylinderchen k aus Hartkohle, welches an einer im Mittelpunkte der eisernen Schallmembrane P befestigten harten Kohlenplatte h liegt und, vermöge seines Gewichtes, gleichmässig darauf drückt. Die kreisrunde Membrane P ist, um ihre Vibrationen zu isoliren, um den Rand herum mit weichem Kautschuk r belegt. Um auch die Schwingungen in ihrer Mitte zu dämpfen, liegt zwischen ihr und der Kohlenscheibe eine in diesem Theile mit Kautschuk überzogene Feder f, welche sich, nachdem das Instrument geschlossen worden ist, mit ihrem freien Metallende an eine andere Feder F des Inductoriums J leitend anlegt und dadurch die Verbindung mit dem einen Drahtende der inneren Spule H für den Hauptstrom herstellt.

Zugleich wird dann durch jene Feder *f* die Schallmembrane *P* in allen ihren Punkten an ihr Lager im gusseisernen Deckel gedrückt. Bei offenem Deckel dagegen ist die Membrane *P* nur oben mittelst eines Metallarmes *a* befestigt, der auch die Zwischenstücke für den Kohlenknopf *k* zu tragen hat. Je nach den kleineren oder grösseren Leitungswiderständen werden leichtere oder gewichtigere Kohlenknöpfe angewendet. Das Gehäuse dieses Transmitters hat die Form einer kreisrunden Dose und ist unterhalb des Deckels aus Holz. Es wird im geschlossenen Zustande, gewöhnlich nur mit einem Leclanché-Element, benützt. Der primäre Strom läuft dann von letzterem zu einer am Gehäuse befindlichen Metallklemme 1, von hier durch das Charnier des Gehäuses zum Metallstücke *a*, dann zur beweglichen Kohle *k*, von dieser zur fixen *h*, von da, vermöge der sich berührenden Metallfedern *f* und *F*, durch die innere Spule *H* des Inductoriums *J* zur Metallklemme 2 und endlich zum Elemente zurück. Der Draht der secundären Rolle *J* des Inductoriums ist mit zwei anderen äusseren Metallklemmen verbunden. Schaltet man in die letzteren die Linien- und Zurückleitung ein, so circuliren in dieser geschlossenen Leitung die Inductionsströme, welche beim Sprechen gegen die lothrechte Platte *P* des Transmitters durch die Schwankungen des Hauptstromes erregt werden, und welche die Sprachlaute mittelbar nach allen in der Linienleitung eingeschalteten Telephonen übertragen.

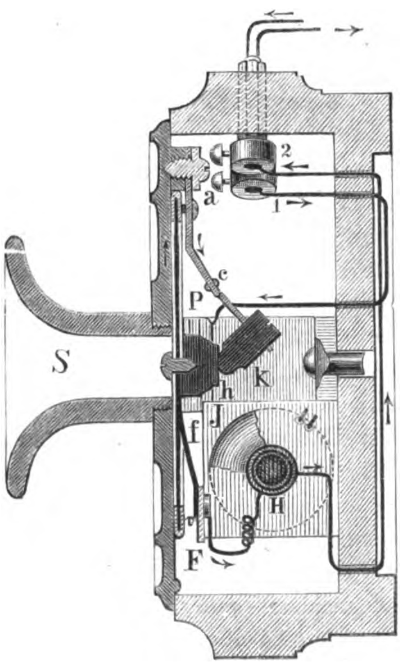


Fig. 162.

Für lange Linien verwendet Berliner einen besonderen Transmitter mit kräftigem Inductorium und mit drei Contacten, deren bewegliche Kohlenknöpfe von verschiedenem Gewichte sind. Berliners Transmitter kann als Grundtype aller jener Mikrophone angesehen werden, die man Pendel-Mikrophone nennt, weil bei denselben der eine Contactkörper pendelartig aufgehängt ist.

Friedrich Heller in Nürnberg stellte ein Mikrophon aus, bei welchem die kreisförmige Membrane *MM* (Fig. 163 und 164) aus Resonanz-, d. i. Fichtenholz angefertigt ist. Dieselbe liegt zwischen zwei Gummiringen *G* und G_1 im ausgeschnittenen Gehäusedeckel und ist an letzterem mittelst eines Messingringes *RR* befestigt; sie trägt im Centrum ein fixes Kohlenklötzchen *K*, welches mit einem an einer Feder *F* hängenden Kohlencylinder *Z* den Contact bildet. Die Regulirungsschraube ist bei *S*. Da *ss* und $s_1 s_1$ Kupferstreifen sind, so ist der Stromlauf (Fig. 163), wenn die Klemmen *a* und *b* mit einem Volta-Element (Leclanché) verbunden sind, $a s s F K s_1 s_1$ bis zur Hauptrolle des Inductoriums *J*, und dann durch diese über *b* zur Elektricitätquelle zurück. Der Inductionsstrom geht mittelst der Klemmen *c* und *d* in die angeschlossene Telephon-Linie sammt

Rückleitung. Die zugehörigen Hör-Telephone besitzen (Fig. 165) unverkleidete Hufeisenmagnete, deren Bogen als Griff und Aufhängering dient. Die Polschuhe und Inductionsrollen stehen senkrecht zu den Magnetpolen, so dass die Hörmembrane parallel zur Magnetebene liegt, wodurch ein bequemes Halten des Instrumentes erreicht wird. Die Leistung dieses lothrecht aufgehängten Transmitters wird von competenter Seite gelobt.

Am meisten verwendet ist der Blake'sche Mikrophon-Transmitter; er war ausgestellt bei G. Wehr in Berlin, dann aber auch bei Zellweger & Ehrenberg aus Uster-Zürich, ferner bei Mourlon & Co. in Brüssel, bei der französischen Nord- und Westbahn und endlich bei B. Egger in Wien und Budapest. Diese vielfach bekannte Firma fabricirt das vorzügliche Blake'sche Instrument im Einverständnisse mit dem Patentberechtigten.

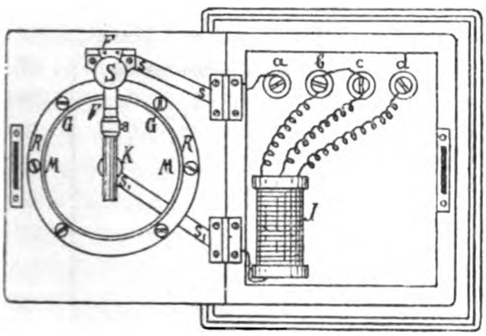


Fig. 163.

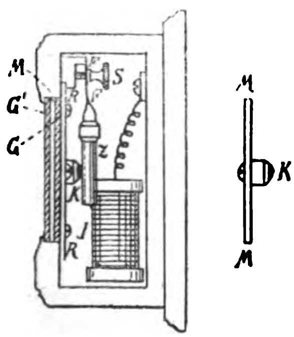


Fig. 164.

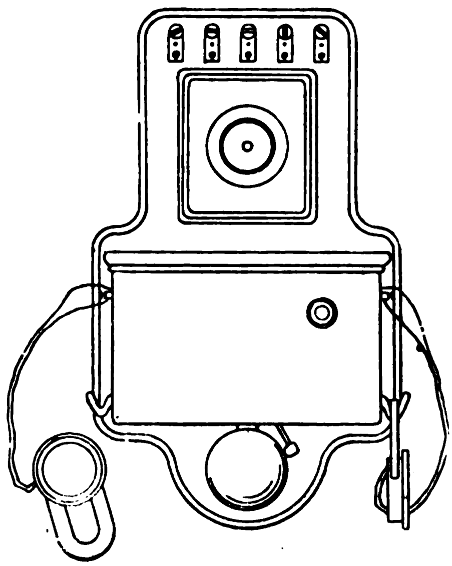


Fig. 165.

Der Blake'sche Transmitter gehört ebenfalls wie die beiden zuletzt erwähnten Mikrophone zu den Eincontactern; er unterscheidet sich jedoch von diesen, wie von den meisten Mikrophonen überhaupt dadurch, dass keiner der Contactkörper an der Schallmembrane befestigt erscheint. Damit ist der Vortheil erzielt, dass der Contact sich nicht verändert, wenn äussere Einflüsse auf die Membrane wirken. So z. B. hört man selbst bei mässigen Temperaturänderungen an vielen Mikrophonen, die einen fixen Contactknopf an der Membrane besitzen, ein störendes Knacken.

Um nun seinen Transmitter (Fig. 166) von derartigen nachtheiligen physikalischen Einwirkungen möglichst unabhängig zu gestalten, hat Francis Blake beide

Contactkörper an Federn *B* und *I* aufgehängt, welche durch ein an einer Feder oben befestigtes metallenes Winkelstück *T*, gegen einander isolirt, gehen. Der eine Contactkörper besteht aus einem gepressten Kohlenscheibchen, welches in der Zeichnung durch ein tief schwarzes Rechteck dargestellt ist und in einer von der Feder *B* getragenen Messinghülse *J* liegt. Der andere Contactkörper ist ein Platinstift oder ein Platinhämmerchen am unteren Ende der Feder *I*. Durch diese Federn werden die Contactkörper gleichmässig gegen einander und der Platinstift auch an die kreisförmige, eiserne Schallmembrane gedrückt. Die letztere ist am Rande in Gummi gefasst und dadurch gegen die störenden Geräusche isolirt, welche der Schallplatte von dem Gehäuse mitgetheilt werden könnten. Der Contact der beiden Berührungskörper kann jetzt nur durch Schallwellen, welche die Eisenmembrane von aussen treffen, verändert werden.

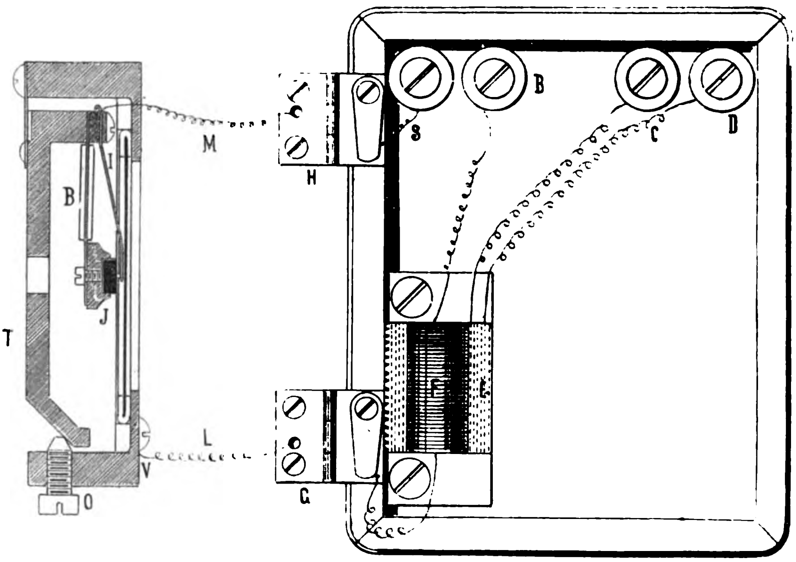


Fig. 166.

Um die Berührung zwischen den Contactkörpern und der Schallmembrane reguliren zu können, dient die Schraube *O*, auf welcher die untere schiefe Ebene des den Contactkörpern gemeinsamen Trägers *T* liegt. Dieser Transmitter wird in lothrechter Lage angebracht und gewöhnlich nur mit einem Leclanché-Element betrieben. Der von letzterem ausgehende Stromlauf nimmt seinen Weg durch einen Draht zur Klemme *B*, von da zur inneren Rolle *F* des Inductoriums, sodann über das untere Charnier *G*, den Draht *L*, den Hinterrand des metallenen Rahmens *V* zur Schraube *O*; von hier über den metallenen Träger *T* (Regulirhebel genannt zur Feder *B*, dann durch die Contactkörper bei *J* zur Feder *I*, zum Draht *M*, zum oberen Charnier *H*, zur Schraube *S* und zum Elemente zurück. Die beim Sprechen gegen die Schallmembrane entstehenden Schwankungen des Hauptstromes in der primären Rolle *F* erregen in der secundären Rolle *E* die Inductionsströme, welche mittelst der zu den Klemmen *C* und *D* reichenden Inductionsdrähte in der

geschlossenen, die Telephone enthaltenden Linienleitung kreisen, indem letztere und die Rückleitung ebenfalls an den Klemmen C und D leitend befestigt sind.

Dem Blake'schen Transmitter ist ein Bell'sches Hör-Telephon beigegeben, welches einen geraden, aus drei kräftigen Stäben bestehenden Magnet und eine starke Inductionsrolle besitzt.

Einen anerkannt guten Kohlen-Transmitter hat Heinrich Machalski, Ingenieur der Lemberg-Czernowitz-Jassy-Eisenbahn in Lemberg, exponirt. Bei diesem Instrumente ist das bereits früher erwähnte Princip verwerthet, wonach mit den in einer Kohlenschichte bewirkten Druckveränderungen auch Variationen im Leitungswiderstande, und daher Stromschwankungen verbunden sind. Der Aussteller ist bei der Construction seines Apparates völlig selbständig vorgegangen. Hinter dem Schalltrichter seines Senders liegt eine Membrane aus recht dünnem, beliebigem Blech. Diese trägt im Mittelpunkte eine Röhre aus sehr elastischem Gummi, welche im unteren Theile doppelt ist und hier höchst reines, feines, zusammengedrücktes Graphitpulver enthält. Der obere Theil jener Röhre ist mit einem eigenthümlich gestalteten Metallstöpsel geschlossen, der am Fusse mit Gummi verkleidet ist und mit jenem Graphitpulver den Contact bildet. Der hiebei vom Stöpsel auf das Graphitpulver ausgeübte Druck lässt sich mikrometrisch reguliren. Die Leitung der Batterie schliesst einerseits an die durch eine Spiralfeder unterstützte Membrane, andererseits an den metallischen Stöpselträger an. Wenn nun gegen die Membrane gesprochen wird, so treten in Folge ihrer Schwingungen die Druckvariationen im Graphitpulver, daher auch die Widerstandsänderungen und folglich die telephonischen Stromschwankungen auf.

Machalski's Sender lässt sich auch mit einem Inductorium verbinden. Mit der Distanz und mit der gewünschten grösseren Lautreproduction wächst die Anzahl der erforderlichen Batterie-Elemente; bis zu 10 *km* reichen für jede Station 6 Elemente hin. Bei genügender Stromintensität erhält man eine laute und deutliche, selbst in einem grossen Locale überall hörbare Wiedergabe der Sprache; auch gehört das Instrument bei stärkerem Strome zu den weittragenden, indem damit beispielsweise mit gutem Erfolge auf der Distanz von 375 *km* (Lemberg-Suczawa) eine telephonische Unterhaltung gepflogen wurde. Da dieses Instrument nur selten einer Nachregulirung bedarf, einfach und solid construirt, sowie ohne weitere Uebung verwendbar ist, die Worte rein und mit der ursprünglichen Klangfarbe bringt, so eignet es sich recht gut für die Praxis, und besonders auch für Eisenbahnen zur Correspondenz mit den telephonisch ungeschulten Streckenwächtern.

Ein eigenthümliches, erst zu erprobendes Mikrophon sah man bei A. W. Lamberg in Linz. Das als aufrecht angenommene Instrument besteht im Wesentlichen aus einem oberen und einem unteren Magnet-Telephon, welche mit einander zu einem Stücke verbunden sind. Die wagrechte Eisenmembrane des unteren Telephons trägt nach aussen und im Mittelpunkte ein Platinkörnchen, welches mit einem an einer Streckfeder befestigten wagrechten Kolbenscheibchen den mikrophonischen Contact bildet. Von der soeben erwähnten Feder geht ein Draht zur Batterie, welche andererseits zur Hauptspule eines Inductoriums und von da zur Membrane mit dem Platinköpfchen führt, wodurch der Primärstrom des Mikrophons geschlossen erscheint. Das Inductorium hat folgende, der gewöhnlichen

geradezu entgegengesetzte Anordnung. Um diese Hohlspule laufen die Secundär-, dann darauf die Primärwindungen und endlich aussen Windungen aus Eisendraht an Stelle des sonst inneren Eisenkernes. Statt des letzteren steckt hier der gerade telephonische Magnetstab so, dass er mit dem einen Pole hinter der oberen horizontalen, mit dem zweiten hinter der unteren horizontalen Eisenmembrane der beiden conjugirten Telephone liegt. Die Secundärrolle des Inductoriums bildet also die Inductionsrolle des oberen Telephons; sie und die Spule des unteren Telephons sind hinter einander und mit der äusseren Telephonleitung geschaltet. Wenn nun gegen die Membrane des obereren, mit dem Inductorium bewaffneten Telephons gesprochen wird, so reproducirt die Membrane des unteren Telephons die Schwingungen und verändert hierbei den dazu gehörigen Mikrophon-Contact, also auch die Stromstärke in der Haupt-, mithin auch in der Secundärspule. In dieser wirken also die magneto-elektrische und mikrophonische Induction vereint. Schaltet man die Batterie aus, so functionirt das Instrument als magneto-electrisches Telephon allein.

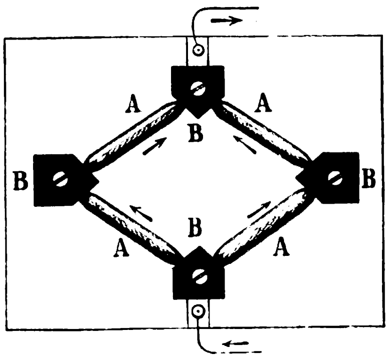


Fig. 167.

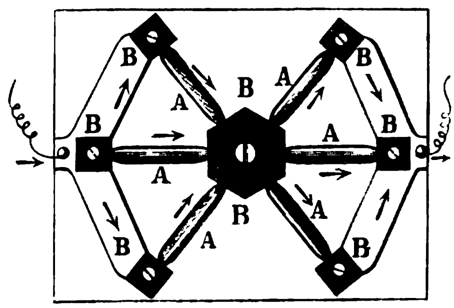


Fig. 168.

Ein Rundgang durch die französische Abtheilung lässt schliessen, dass in Frankreich die mehrcontactigen oder multiplicirenden Mikrophone vorwiegend beliebt sind, und zwar in erster Linie das Mikrophon Ader's, dann jenes von Gower. Beide Systeme haben im Princip viel verwandtes mit dem zuerst (1879) von Crossley construirten Transmitter. Es wird sich empfehlen diese drei Arten von Mikrophonen unter einem Gesichtspunkte aufzufassen, und mithin einen Abstecher hinüber zur Crossley-Telephone Comp. in Bradford, England, zu machen, wo Crossley's Transmitter (Fig. 167) ausgestellt war. Die Mikrophone Gower's (Fig. 168) und Ader's (Fig. 169) wollen wir uns vorläufig bei de Branville in Paris ansehen, und später angeben, wo sie noch anzutreffen waren.

Die genannten drei Transmitter haben das Gemeinsame, dass ihre rechteckige Schallplatte aus sehr dünnem Tannenholze, d. i. aus einem Resonanzbrettchen von grösserer Ausdehnung (etwa 16 *cm* Länge zu 12 *cm* Breite) besteht. Die Schallschwingungen dieser Holzmembrane wirken auf mehrere in den Primärstrom symmetrisch eingeschaltete Contactstellen, welche von regelmässig vertheilten Kohlenstäbchen *A*, *A*... und den zugehörigen Kohlenlagern *B*, *B*... gebildet werden.

Die letzteren sind in Form von Kohlenklötzchen (Fig. 167 und 168) oder quer liegenden Kohlenleisten (Fig. 169) an der inneren Seite der Schallplatte angeschraubt. Die Anzahl der von den Kohlenlagern getragenen Kohlenstäbchen beträgt bei Crossley vier, welche (Fig. 167) ein Quadrat oder einen Rhombus begrenzen; bei Gower liegen (Fig. 168) sechs Kohlenstäbchen sternförmig in den Lagern *B*, *B*... und endlich (Fig. 169) bei Ader sind 8 oder 10 Kohlenstäbchen *A*, *A*... parallel zu einander zu je 4 oder 5 Stück in einer Reihe in den Kohlentraversen *B*, *B*... eingelagert. Die Verbindungsweise dieser Contactkörper mit den beiden Enden der primären Stromrolle ist aus den Figuren ersichtlich. Von den sechs Kohlenstäbchen (Fig. 168) im Gower'schen Mikrophone sind nach aussen je drei mit einander leitend verbunden; im Centrum vereinigen sich dann alle im gemeinsamen Kohlenlager. Bei derartigen Mikrophonen hat gewöhnlich das Ganze von aussen die Form eines Schreib- oder Lesepultes mit schwach geneigter Decke, in deren Mitte die Schallmembrane liegt, welche ursprünglich bei Crossley von einem Schalltrichter umgeben war. Sowohl die ausgedehnte Empfangsfläche für die Schallwellen an der Membrane, wie auch die vermehrte Anzahl der Berührungsstellen, indem hier mehrere Hughes'sche Mikrophone vereinigt wirken, tragen besonders zur Verstärkung der Schallübertragung mit Hilfe dieser Transmitter bei. Das Gower'sche Mikrophon wird entweder mit dem Hör-Telephon desselben Erfinders oder auch mit einem anderen Bell-Telephon verbunden; es war in der Ausstellung anzutreffen bei de Branville in Paris, bei der französischen Nordbahn und beim Telegraphen-Departement der königlich grossbritannischen Regierung. Das verbreitetste von den mehrcontactigen Mikrophonen ist das Ader'sche; es war zu finden in Frankreich bei de Branville, bei der Société générale des Téléphones und bei Bréguet (Société anonyme), alle drei in Paris, ferner beim französischen Ministerium der Posten und Telegraphen, auch bei der französischen Nordbahn und in Belgien bei Mourlon & Co. in Brüssel; in Wien kann man es bei W. Wolters sehen. Zum Hören dienen beim Ader'schen Mikrophon gewöhnlich zwei demselben angepasste Telephone desselben Erfinders. Billigere dazu stimmende Hör-Telephone verfertigt in vorzüglicher Weise Friedrich Reiner in München, welche nach der Erfindung A. Neumayer's einen aus fünf cylindrischen Stahlstäben bestehenden kräftigen Magnet besitzen, dessen Polschuh, behufs der möglichst schnellen und kräftigen Induction aus einem Bündel feinsten Eisendrahtes besteht. Im Aeusseren haben diese Telephone die alte T-Form bewahrt; ihre Hörmuschel ist aus Hartgummi.

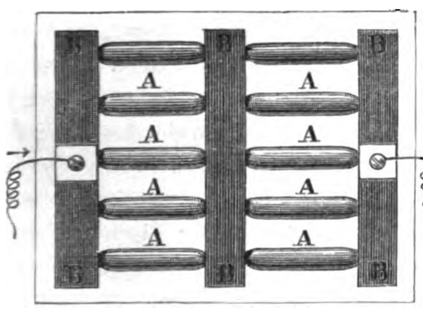


Fig. 169.

Ausser den Ader'schen und Gower'schen Apparaten war bei de Branville noch das Mikrophon von Dr. A. d'Arsonval & Paul Bert zu bemerken.

Dieses Instrument enthält ähnlich dem Ader'schen Mikrophon an einer hölzernen Resonanzplatte parallele Kohlenstäbchen, welche in zwei einander gegenüberliegenden Kohlenleisten lagern. Es unterscheidet sich jedoch von dem Ader'schen Transmitter wesentlich dadurch, dass die Kohlenstifte in ihrer Mitte mit dünnen Eisenblättchen belegt erscheinen, vermöge welcher sie von den mittelst feiner Schraube verstellbaren Polen eines nahen Hufeisenmagnetes in ihren Contacten so regulirt werden können, dass die von letzteren herrührenden Geräusche aufhören. Die Anzahl jener in ihrem Gürtel mit Eisenfolie belegten Kohlenstifte beträgt gewöhnlich vier, wovon je zwei neben, und beide Paare nach einander geschaltet sind. Diesem Instrumente haben die Erfinder, je nach dem Zwecke, verschiedene Formen gegeben. Für den Privatgebrauch hat es äusserlich die Gestalt eines d'Arsonval'schen Hand-Telephons und hängt nebst letzterem an einem Kästchen, welches das Inductorium nebst dem Läutewerk birgt. Beim grössten Modell schwebt das Mikrophonkästchen an stark gespannten elastischen Bändern lothrecht. Die Vorderwand des Kästchens wird von der kohlentragenden Holzmembrane gebildet. Die hintere Wand dagegen ist — nach dem Vorgehen von Maiche — mit schalltödtendem Flanell bekleidet. Unterhalb des Mikrophons, auf demselben Grundbette, ist das d'Arsonval'sche Telephon angebracht, gegen dessen Membrane zwei Hörschläuche münden. Bei einem mittelgrossen Modell ist das Mikrophon an Federn zwischen zwei Säulen beweglich und lässt sich um eine horizontale Achse beliebig gegen den Horizont neigen. Unterhalb der Säulen enthält ein Kästchen das Inductorium sowie das Rufwerk.

Bei de Branville hatte auch Dr. Julian Ochorowicz in Lemberg ein eigenthümliches Mikrophon ausgestellt, das sich am einfachsten auffassen lässt, wenn man sich ein Telephon vorstellt, bei welchem zwischen der Eisenmembrane und den Magnetpolen Eisenfeilspäne den Kraftlinien folgend, derart suspendirt sind, dass sie zwischen den Polen und der Platte eine Brücke bilden. Da nun die Membrane einerseits und der Magnet andererseits mit den Polen einer Batterie verbunden sind, so bildet jene Eisenfeilbrücke, beim Sprechen gegen die Membrane, einen sehr veränderlichen multipeln Contact, woraus die mikrophonischen Stromschwankungen entspringen.

Die Firma Bréguet (Société anonyme) in Paris führte nebst dem Ader'schen System ihr eigenes vor, welches in Hinsicht auf die mikrophonischen Contacte dem eben genannten verwandt zu sein scheint, jedoch eine kreisförmige Membrane besitzt und mittelst eines die Leitungsdrähte verbergenden Bogenstieles mit einem Kästchen communicirt, welches das Inductorium und Läutewerk enthält. Die zugehörigen zwei Hör-Telephone sind analog den Böttcher'schen eingerichtet, es liegen also ihre von den Hörmuscheln umrahmten Membranen parallel zur Ebene der Handhaben, welche die Magnetstäbe verkleiden. — Hier war auch das als sehr empfindlich angegebene Mikrophon von G. Salet zu sehen, welches auf der Widerstandsänderung einer in den Stromkreis der Batterie eingeschalteten leitenden Flüssigkeitsschichte beruht. Die Schwankungen des Widerstandes, also auch des Stromes werden bei diesem Instrumente von einer dünnen Glasscheibe verursacht, indem diese die Schwingungen der Membrane mitmacht und dabei den Querschnitt der stromleitenden Flüssigkeitssäule, in welche sie taucht, so verändert, dass daraus die mikrophonisch verwendbaren Stromschwankungen entspringen.

Louis Maiche in Paris stellte selbständig und auch beim französischen Ministerium der Posten und Telegraphen sein Elektrophon aus, welches im Wesentlichen ein lothrecht hängendes multiplicirendes Mikrophon ist, bei dem die Contacte aus regulirbaren, an Kohlenknöpfchen liegenden Kohlenkügelchen bestehen. Hiebei sind die ersteren an einer grossen oder an mehreren zusammengehörigen, gleichzeitig in Schwingung gerathenden kleinen Membranen befestigt. Diese Contacte und ebenso mehrere Inductorien lassen sich je nach den Widerstandsverhältnissen parallel oder hinter einander schalten. Das Instrument hat im Aeusseren die Form eines Wandspiegels und dient besonders für unterseeische Kabel und lange Linien auf Telegraphenleitungen, z. B. für Calais-Dover, Dover-London, Paris-Nancy u. s. w.

Interessant waren mehrere Modelle mikrophonischer Apparate des durch seine diesbezüglichen Studien bekannten Dr. Boudet in Paris. In erster Linie sind dessen Mikrophone für physiologische und ärztliche Beobachtungen der Muskel-, Puls- und Herzgeräusche zu nennen, welche der Aussteller beziehungsweise Myo-, Sphygmo- und Cardiophon nennt. Das Gemeinsame aller dieser Instrumente ist das Princip der eincontactigen Mikrophone. Dieselben sind höchst empfindlich ausgeführt und mit feinster Regulirung versehen. Es ist dabei das schon von Hughes ursprünglich beobachtete Verfahren eingehalten, wonach ein Kohlencylinderchen in seiner Mitte um eine wagrechte Achse sehr leicht beweglich aufgehängt ist, und dabei mit einem Ende ein Kohlenscheibchen berührt, welches direct oder indirect die Schallwellen oder die Bewegungen zur Tonbildung aufnimmt und sie, da je einer der Contactkörper mit je einem Pole eines schwachen Volta-Elementes — z. B. eines Chlorsilber-Elementes — verbunden ist, nach dem Hör-Telephon sendet. Als letzteres kann auch eines seiner Mikrophone dienen. Wird nun der schallempfangende Contacttheil unmittelbar mit einem lebenden Muskel, einer Pulsader u. dgl. in Berührung gebracht, so vernimmt man mittelst des zugehörigen Telephons die entsprechenden Geräusche. Die Regulirung der Kohlencontacte kann auch nach dem d'Arsonval'schen Principe auf magnetischem Wege erfolgen. Der Strom wird hier schwach gewählt, damit die reproducirten Töne nicht zu stark auftreten, weil sonst die schwächeren von den stärkeren Tönen verdeckt werden könnten. Die mit diesen Mikrophonen geschalteten Telephone sind von geringem Widerstande, besitzen also Inductionsspulen von dickerem und kürzerem Draht. Der Empfänger lässt sich auch so einrichten, dass vor demselben ein Eisenstückchen statt der Membrane in Schwingungen geräth. Diese letzteren übertragen sich auf einen leichten Stift, welcher auf einem vorbeibewegten berussten Glasstreifen oder einem berussten Cylinder, durch Wegnehmen des Russes, entsprechend geformte Wellencurven radirt, wie sie eben den verschiedenen Vocalen, Silben und Worten zukommen. Mittelst derartiger Phonographen kann man auch die Phonogramme, d. i. die Wellenbilder der Worte, aus der Ferne empfangen.

Dr. Boudet hat auch einen mikrophonischen Sender construirt für sehr hohe Widerstände (angeblich bis 480.000 Ohms) mit dazu passenden Inductionsrollen sehr feinen Drahtes und vielen Windungen am zugehörigen Hör-Telephon, nebst entsprechendem Inductorium in der Absendestation. Da dieses Mikrophon,

obschon aus dem Jahre 1880 stammend, weniger allgemein bekannt sein dürfte, so wollen wir es kurz skizziren — und dies umsomehr, als auf demselben Principe ein neues Mikrophon desselben Erfinders beruht. Dieses Instrument besteht aus sechs gleich grossen Kohlenkügelchen, die innerhalb einer nur etwas weiteren Glasröhre in einer Reihe auf einander folgen und die Contacte durch ihre Berührungspunkte herstellen. An der Membrane aus Hartgummi sitzt ein das oberste Kügelchen berührender Kupfercylinder, und ebenso wird an das unterste Kügelchen ein Kupferstück mittelst Spiralfeder gedrückt. Auf der letzteren liegt der mittelst Regulirschraube bewegliche Röhrenboden. Eine zweite Regulirung erfolgt mittelst der veränderlichen Wirkung des Kugelgewichtes, indem das in seiner Mitte mit einem Charnier versehene Glasrohr von der wag- bis zur lothrechten Lage gedreht werden kann. Im ersten Falle wirkt das Gewicht der Kugeln im Minimum, im zweiten im Maximum auf ihre Contacte. Der eine Pol der Batterie ist mit dem oberen, der andere mit dem unteren Kupferstücke verbunden, wodurch die Kügelchen im Stromkreise eingeschaltet erscheinen. Dasselbe Regulirungsprincip mittelst des veränderlichen Druckes seitens des Gewichtes der Kugeln hat Boudet an einem neuen, bisher nicht bekannten Mikrophon, das er zur Ausstellung brachte, angewendet, indem man auch da dem Instrumente alle möglichen schiefen Lagen ertheilen kann, wobei die Contactkörper sich um so inniger berühren, je mehr die Längenachse des Mikrophons sich der lothrechten nähert. Die Contactkörper bestehen hier aus einem länglichen Kohlenellipsoid, welches sich zwischen zwei Kohlenlagern leicht bewegt. Das eine der beiden letzteren ist fix an der Membrane, das andere sitzt an dem Boden des cylindrischen Blechgehäuses. Da nun letzteres zwischen zwei scheitelrechten Säulen an wagrechter Achse in beliebiger Schiefe sich feststellen lässt, so hat man hier wieder eine gute Regulirung mittelst verschiedener Wirkung der Schwerkraft. Der Draht der Batterie wird einerseits mit dem einen, andererseits mit dem zweiten Träger jener beiden Kohlenlager verbunden.

Als eine eigenthümliche theilweise Combination des Mikrophons von Ader und Dr. Boudet erscheint jenes von Eugène de Baillehache in Paris, indem dabei an der Resonanzplatte eines Holzkästchens mehrere hohle Kohlencylinder, welche leicht rollende, verschieden grosse Kohlenkügelchen enthalten, in Kohlenlagern gebettet sind. Das Kästchen hängt an einem Gehäuse und geräth beim Ansprechen der Membrane ebenfalls in Schwingungen. Die Schallwellen dringen gedämpft von einem am Gehäuse gespannten Tuche zur Membrane. Die zugehörigen Hör-Telephone sind im Wesentlichen jene Bell's. Die Zeugnisse über die Leistungsfähigkeit dieses Mikrophons lauten für nicht zu lange Linien (etwa bis 40 *km*) anerkennend.

Moriz Kälin in Einsiedeln (Schweiz) brachte von ihm construirte Mikrophone nach dem Systeme Theilers in London. Die Membrane derselben besteht aus einer dünnen, kreisförmigen Korkscheibe von 8 *cm* Durchmesser, welche vorne concentrisch mit einer kleineren Kreisscheibe aus Blech belegt ist. Durch diese geräth der Kork leichter in Schwingungen und ist auch gegen die Feuchtigkeit des Athems verwahrt. Mittelst eines Metallringes am Rande ist die Korkscheibe befestigt. Da das Korkholz selbst nicht tönt, so entfallen hier die dämpfenden Vorrichtungen. Die Korkscheibe trägt nach innen, als Elektroden der

Mikrophonbatterie, zwei kleine, parallele und lothrechte Graphitcylinder, welche in ihrer Mitte von einem dritten Graphitcylinder wagrecht gekreuzt werden, so dass sich hiedurch zwei Contactpunkte bilden, indem der Quercylinder an den beiden Enden seiner Längenachse mittelst eines in seiner Mitte befestigten Seidenfadens hängt. Da der Seidenfaden nicht mittönt, so entfallen auch die Störungen, welche sonst von metallenen Trägern der Contactkörper ausgehen könnten.

Die zu diesem Transmitter gehörigen Hör-Telephone besitzen flache Ringmagnete mit bobinenförmigen Polschuhen aus weichem Eisen, welche den feinen kupfernen Inductionsdraht in vielen Windungen tragen. Der Stiel liegt, behufs bequemer Haltung, parallel zur Hörmuschel (Fig. 153 u. 155). Das Theiler'sche Mikro-Telephonsystem ist seiner Vorzüglichkeit halber besonders in England und Australien verbreitet. Die Schweizer Telephondirection hat dieses System für das Berner Telephonnetz angenommen und ist damit fortdauernd zufrieden. In der Schweiz gewinnt es durch die Kälin'sche Construction immer mehr Boden und die diesbezüglichen Zeugnisse lauten sehr anerkennend.

Von den in Russland construirten Mikrophonen waren besonders die Phonophore des Ohrenarztes Dr. Robert Wreden in Petersburg interessant. Im Wesentlichen bestehen sie je aus einer dünnen Korkscheibe, wie bei Kälin, oder seltener aus einer Hartgummiplatte T (Fig. 170), welche den einen Contactkörper K trägt, während der andere K' daran durch einen Hebel GHR angedrückt wird. Die Regulirung dieses Kohlencontactes KK' erfolgt mittelst Verschiebung eines an jenem Hebel befindlichen Gewichtes G oder durch Hinzufügung eines Uebergewichtchens, deren dem Instrumente sechs beigegeben sind und die successive nach Nummern von 2 *dg* bis 1 *g* wachsen. Je kleiner das Uebergewichtchen, desto loser ist der Contact und desto empfindlicher zeigt sich das Mikrophon. Dasselbe findet statt, je mehr man das Laufgewicht G durch dessen langsame Umdrehung dem Unterstützungspunkte des Hebels nähert. Der für die herrschenden Verhältnisse erreichte beste Empfindlichkeitsgrad bleibt beständig und bedarf keinerlei Nachregulirung. Der Lauf des elektrischen Stromes ist $SKK'RHS'$ und zurück zur Batterie. Gesprochen wird durch den Trichter L.

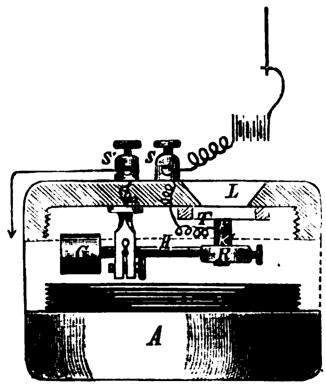


Fig. 170.

Schon Dr. Lüdtge hat bei seinem ersten Mikrophon mittelst eines solchen Hebels an der Decke eines hölzernen Resonanzkästchens den Contact hergestellt und durch ein Laufgewicht regulirt. Allein der Aussteller kann dennoch das Verdienst für sich in Anspruch nehmen, durch seine eigenthümlichen Constructionen dem Instrumente die mannigfaltigsten Formen, und darunter auch die für praktische Zwecke brauchbaren, ertheilt zu haben. Die Phonophore waren sowohl als Eincontacter, wie auch als Mehrcontacter vorhanden, wobei im letzteren Falle die in verschiedener Anzahl (3, 4, 6, 12) auftretenden Contacthebel, je nach den

Widerstandsverhältnissen, parallel oder hinter einander geschaltet waren. Für die Reproduction der Orchestermusik eignen sich besonders gut die neben einander geschalteten Contacte. Die einfachste Form der Phonophore ist die Planchette, welche nur aus einer etwa 1 *cm* dicken Kork- oder seltener aus einer 3 *mm* dünnen Ebonitplatte sammt zugehörigen Contacthebeln (1—6) besteht und beim Gebrauche wagrecht eingespannt wird, wobei die Hebel wie in Fig. 170 unterhalb der Membrane liegen. Die nächst ausgebildeteren Formen bieten die beim Sprechen in der Hand zu haltenden Dosen (Fig. 170) mit 1—12 Contacthebeln. Für Taucher sind sie wasserdicht verschlossen und durch Blei wuchtig gemacht; ihr Deckel dient als Membrane. Die Kastenform für vollkommen einzurichtende Stationen enthält an der Decke das Phonophor und im Inneren die Inductionsrolle,

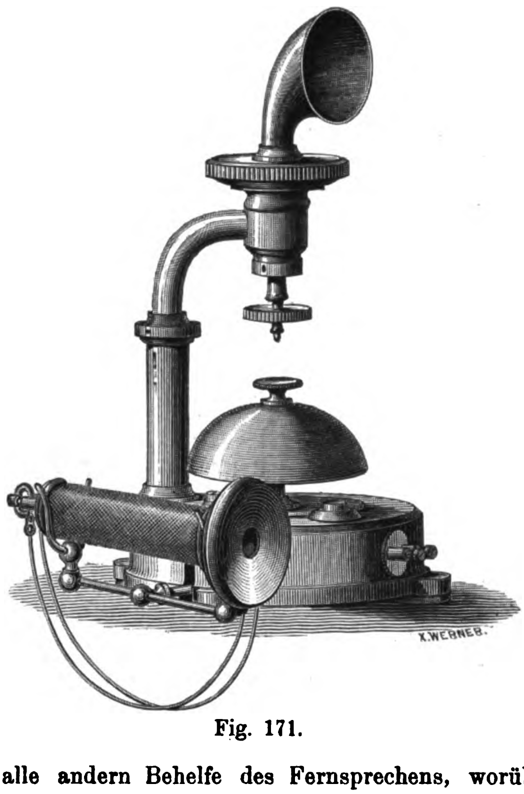


Fig. 171.

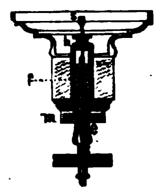


Fig. 172.



Fig. 173.

sowie alle andern Behelfe des Fernsprechens, worüber weiterhin das Allgemeingiltige beigebracht werden wird.

Es ist auch erwähnenswerth, dass Wreden, um die mannigfaltige Anwendbarkeit seines Princips zu illustriren, Glaspocale, hölzerne Eiformen, dreiseitige Prismen aus Korkplatten u. dgl. m. mit Contacthebeln versehen und dieselben dadurch zu Phonophoren erhoben hat. Die Wreden'schen Phonophore sollen, nach Angabe des Vorzeigers, jeden Grad der Tonstärke sowie auch die Klangfarbe deutlich und rein übertragen, selbst wenn die Distanz eine grössere ist.

Durch besondere Schönheit der Ausstattung und vorzügliche Arbeit zeichneten sich die Mikrotelephon-Apparate von L. M. Ericsson & Co. in Stockholm aus. Der Transmitter dieses Aussteller (Fig. 171 bis 173) zeigt einen

lothrechten Schalltrichter, der an seinem unteren Ende (Fig. 172) eine wagrechte Membrane *s* besitzt. Diese trägt nach innen in ihrem Mittelpunkte ein Kohlenscheibchen, mit welchem ein von einem Metallstifte getragenes Platinknöpfchen dadurch einen Contact bildet, dass eine Feder *f* jenen Stift nach aufwärts drückt. Hiebei wird auch mit dem unteren Ende des Stiftes ein zweiter gleicher Platin-Kohlencontact hergestellt. Sowohl die Feder als der Stift besitzen in dem Gehäuse *h* ihre Führung. Die Regulirung der Contacte erfolgt mittelst der Mikrometerschraube *e*, welche bei *m* die zugehörige Mutter hat. Als Empfänger dient ein Magnet-Telephon, als Rufer eine elektromagnetische Glocke. (Fig. 171 unten.)

Hiemit schliessen wir unsere Mikro- und Telephonschau der Ausstellung, wobei sich die Bemerkung unabweisbar aufdrängt, dass die älteren Magnet- und Batterie-Telephone — Bell, Siemens, Berliner, Blake, Gower, Ader, Crossley, Theiler u. dgl. m. — durch die neueren Formen bisher aus der Praxis nicht verdrängt worden sind, und zwar aus dem Grunde nicht, weil die letzteren eigentlich nur als Variationen jener bewährten Instrumente erscheinen. Im Folgenden wollen wir die Verbindungen der Fernsprech-Apparate kennen lernen.

IV. Die telephonischen Verbindungen.

1. Magnet-Telephone in gegenseitiger Schaltung zu einer Doppelstation.

Auf Schritt und Tritt konnte man in der Ausstellung gegen einander geschaltete Doppelstationen nebst allen Arten der Anrufsignale antreffen. Es wird sich daher jedenfalls empfehlen, hier das allen derartigen Verbindungen gemeinsame Princip durch ein Schema für elektromagnetische Wecker zu geben, nachdem die einfache Schaltung zweier Telephone bereits bekannt ist (Fig. 148). Der Rückleitungsdraht kann bei allen Verbindungen, wo es sich lohnt, d. i. für weitere Distanzen durch die Erdleitung ersetzt werden, vorausgesetzt, dass keine störenden Inductionsströme dies unmöglich machen. Bei vollkommen eingerichteten telephonischen Doppelposten hat man in jeder Station (Fig. 174) ein fixes Sprech-Telephon *I*, dann ein an einem Schalthebel *H* hängendes Hör-Telephon II, eine Batterie *B* oder einen Läute-Inductor für den Strom zum Wecker, den Knopf *k* eines Tasters oder einer Feder *F* zum Schliessen des soeben erwähnten Stromes. Will man telephoniren, so wird vorher ein Weckruf abgesendet, indem man den Taster oder die Feder *F* bis zur metallischen Berührung mit der Contactstelle *m* drückt. Dadurch wird die Batterie *B* geschlossen und ihr Strom läuft in der Richtung *c m F r L* durch den Liniendraht zur zweiten Station. Daselbst befindet sich ein ganz gleicher Apparat. Und weil dort der Knopf *k* nicht gedrückt wurde, so findet daselbst noch der Contact *F* mit *n* statt. Der aus der ersten Station längs des Liniendrahtes ankommende Strom nimmt daher in der Empfangsstation den Weg *LrFn* zum leitenden Stützpunkte des Metallhebels *H*, dann über letzteren zum Contacte *v*, um den Elektromagnet *p* des Weckers *W* und längs *b q h d* zur Erde, d. i. durch die Erdleitung *E* wieder zurück zum andern Pole *z* der Batterie *B* in der absendenden Station. In Folge dieses Stromes ertönt der Wecker. Darauf

erwidert die so angerufene Station in ganz gleicher Weise das Glockensignal als Zeichen, dass sie zur telephonischen Unterredung bereit sei. Es versteht sich von selbst, dass dies nur möglich ist, nachdem in der ersten Station der Knopf *k* wieder losgelassen worden ist und daher die Feder *F* wieder den Contact *n* hergestellt hat.

Nun kann das eigentliche Fernsprechen beginnen. Beide Parteien nehmen ihr Hör-Telephon vom Haken, wodurch in beiden Stationen der Contact *v* aufgehoben, jener bei *w* aber hergestellt wird, indem die Spiralfeder *s* jetzt den Hebelarm *Hs* herabzuziehen vermag, nachdem das Gewicht des herabgenommenen Hör-Telephons ihr nicht mehr am vorderen Hebelarm entgegenwirkt. Die durch das Sprechen in dem Telephon *I* erregten Inductionsströme fliessen dann in der Richtung *gfe* durch den Contact *w* über den Hebelarm *sH* nach *nFr* in die Leitungslinie *L* zur anderen Station.

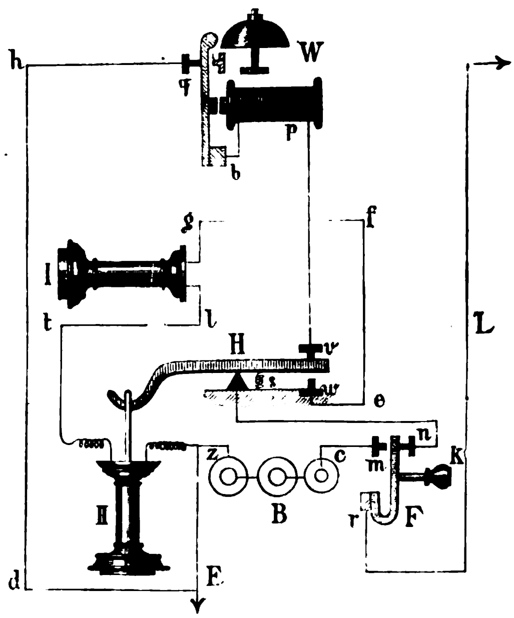


Fig. 174.

Daselbst nehmen sie den umgekehrten Weg und umströmen sowohl das Sprech- als das Hör-Telephon, fliessen dann durch die dortige Erdleitung zurück zur Erdplatte *E* der ersten Station, von da um das hier befindliche Hör-Telephon und endlich zum zweiten Pol des Sprech-Telephons. Wie sich also aus Vorstehendem ergeben hat, ist für die Möglichkeit der Signalgebung mittelst Wecker nothwendig, dass in beiden Stationen das Hör-Telephon am Haken hängt und dass an der zeichengebenden Station die Batterie mittelst des zugehörigen Tasters oder Knopfes *k* geschlossen wird. Dagegen ist für das Fernsprechen Bedingung, dass an beiden Stationen die Batterie-Taster in ihrer Ruhelage und die Hör-Telephone von den Haken genommen seien. Wie man ferner gesehen hat, bewirkt das Hör-Telephon, je nachdem es am Haken hängt oder nicht, vermöge des Hebels *H* selbst-

thätig oder automatisch im ersten Falle die Einschaltung des Weckers der fremden Station, im anderen Falle die Einschaltung aller Telephone beider Posten.

Dieses Schema reicht zum Verständnisse der in der Ausstellung so häufig wiederholten oder variirten telephonischen Doppelposten aus. Bei vollkommen eingerichteten Telephon-Stationen sind die zugehörigen Apparate gegen Staub und andere nachtheilige Angriffe durch ein passendes hölzernes Wandkästchen geschützt. Man sieht dann bei den für Batteriewecker bestimmten Kasten-Telephonen von aussen (Fig. 175) nur die Eisenmembrane des Sprech-Telephons, die Glocken des elektromagnetischen Weckers, den Knopf eines Tasters für die Herstellung des Weckerstromes und ein oder zwei Hör-Telephone, von welchen das eine (in Fig. 175, links) die Schaltung automatisch bewirkt, während das andere blos an einem fixen Haken hängt. Für das Rufen mit einem Läute-Inductor befindet sich der

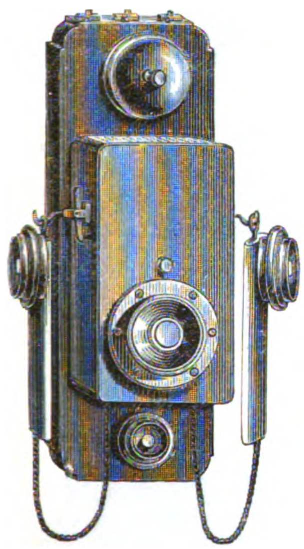


Fig. 175.

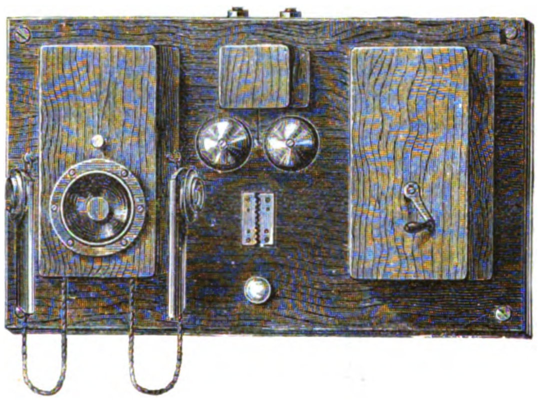


Fig. 176.

letztere (Fig. 176 rechts) in einem eigenen Kästchen, jedoch auf demselben Grundbrette so, dass die Drehkurbel frei liegt. Das Läutewerk besteht dann aus dem zugehörigen „Magnet-Inductionswecker". Für weitere Strecken zieht man in der Regel den Läute-Inductor, als eine kräftige Electricitätsquelle, vor. Ausserdem ist er bequemer als eine Batterie, indem jedes Nachsehen bei der letztern und ihre Unterhaltungskosten, welche freilich nicht hoch sind, entfallen. Dagegen sind allerdings die Anschaffungskosten beim Läute-Inductor viel beträchtlicher.

Abweichend von der allgemeinen Form des Telephonkastens sammt Zugehör gestaltet sich jener (Fig. 177) für das Böttcher'sche Telephonsystem. Hier steht der telephonische Sender (Fig. 178) frei auf dem hängenden Inductorkasten, an welchem mittelst automatischem Schalthebel das Hör-Telephon sich befindet. Unterhalb ist das entsprechende Läutewerk angebracht. Für den Gebrauch lässt sich das Sprech-Telephon, wenn man den Kasten lieber hoch aufhängt, herabheben und auf

einen benachbarten Tisch o. dgl. stellen. Dieser Apparat wurde auch von der ausstellenden Firma nach den Angaben Uhland's für den speciellen Gebrauch in Bergwerken so adaptirt, dass derselbe von der Feuchtigkeit nicht zu leiden hat. Zu diesem Behufe ist der Apparat (Fig. 177) in allen seinen Theilen von einem Kasten aus verzinktem Eisenblech umschlossen, dessen obere Abtheilung für den Sender dient und sich ohne weiters öffnen und schliessen lässt, dessen unterer Theil den Inductor enthält und nur mit einem Schlüssel aufzumachen ist. Da Holz in der Feuchtigkeit leidet, so ist es vom Apparate ausgeschlossen,

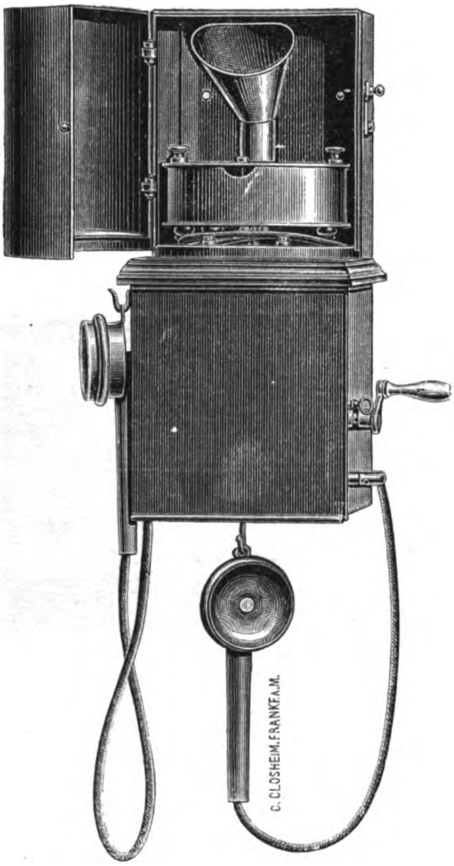


Fig. 177.

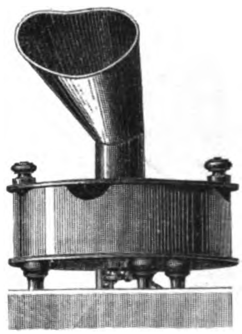


Fig. 178.

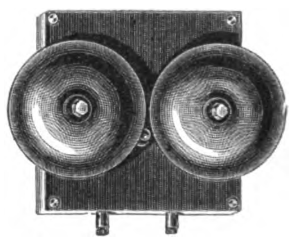


Fig. 179.

weshalb die Stielverkleidung des Hör-Telephons aus Zink besteht. Ebenso sind nach Möglichkeit das leicht rostende Eisen und der Stahl vermieden und durch Messing ersetzt. Die Drahtspulen sind mit Paraffin, der Kasten und alles Metall mit Lack überzogen. Das Telephon kann wider den Lärm in einer eigenen Sprechzelle oder sonst an einem ruhigen Orte geborgen werden, dagegen fehlt hier am Inductionskasten der Allarm (Fig. 179), welcher gesondert an einen Platz gehängt werden kann, wo man seiner bedarf; auch ist er mittelst einer Kapsel aus verzinktem Eisen gegen die schädlichen äusseren Einflüsse geschützt. Dieser Apparat dürfte für Bergwerke

erwünscht sein, wo man sich bisher mit Glockenzeichen behelfen musste, weil man Telegraphen vermied, indem man sie für zu complicirt für diesen Dienst hielt und auch ihr schnelles Verderben in der Feuchtigkeit fürchtete.

2. Die Mikrophon-Transmitter und die magneto-elektrischen Telephone geschaltet zu einer Doppelstation.

Diese Verbindung erfolgt analog jener der Magnet-Telephone untereinander (Fig. 174), nur tritt hier für das Sprech-Telephon das Mikrophon ein. Da jetzt ausser dem Weckerstrom noch zwei Ströme, nämlich der primäre und der secundäre Wellenstrom vorhanden sind, so müssen auch mittelst des automatischen Hebels *H* (Fig. 174) diese beiden Stromkreise geschlossen werden, sobald das Hör-Telephon vom Aufhängehaken herabgenommen wird. Zu diesem Behufe befindet sich neben dem für den Linienstrom bestimmten Contacte noch ein zweiter für den localen Hauptstrom des Mikrophons. Die Verwirklichung dieses Principes trat in mannigfachen Variationen bei den ausgestellten Schaltungen auf. Aeusserlich unterscheiden sich hiebei in der Regel die Kästen für die eincontactigen Mikrophone kaum von jenen für die Magnet-Telephone. Die Mehrcontacter mit Stäbchen erhalten meist die Pultform mit automatischem Schalthebel. Die Gehäuse der Mehrcontacter mit Knöpfen sind wieder ähnlich den Telephonkästen. Zum Gespräche wird ganz sowie bei den Telephonstationen gerufen und darauf die Unterhaltung ebenso gepflogen. Um die einlangenden telephonischen Mittheilungen bequem aufschreiben zu können, befestigt man bei der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft in Wien das Ader'sche Mikrophon so auf einen Tisch, dass die Ausschaltungsvorrichtung links liegt. Das zweite Hör-Telephon ist mittelst eines Ständers sowol in wag- als lothrechter Richtung verschiebbar, um es in die richtige Stellung für das rechte Ohr zu bringen. Hierdurch bleibt die rechte Hand für das Niederschreiben der telephonischen Depeschen frei.

3. Die telephonischen Centralstationen.

Wenn viele Personen sich mit einander nach Art der Doppelstationen direct in telephonischen Verkehr setzen wollten, so würde dies eine so enorme Menge von Leitungslinien erfordern, dass schon die hohen Kosten davon abschrecken möchten. abgesehen von anderen Umständen, welche derlei in's grosse gehende directe Telephonverbindungen unmöglich machen. Da jedoch andererseits das Fernsprechen für den Verkehr äusserst erwünscht ist, so sind sehr bald nach der Erfindung des Magnet-Telephons, und zwar zuerst in Nord-Amerika, Central-Anstalten eingerichtet worden, welche es möglich machen, eine grosse Anzahl von fernsprechenden Personen mit einander so oft in Verbindung zu setzen, als sie es wünschen. Hiebei bedarf es nur je einer Leitung von jeder Partei zu einer Centralstation. Solche telephonische Anlagen im Grossen spielen heutzutage bereits eine bedeutende Rolle im Verkehr der Gross- und Industriestädte, und mit jedem Tage wächst die Anzahl jener Orte, die sich mit einem telephonischen Netze versehen, welches nicht nur zahlreiche Punkte ihres eigenen Gebietes, sondern auch benach-

barter oder entfernter Städte mit einander verbindet. Die telephonischen Centralanlagen werden entweder von Actiengesellschaften oder vom Staate (z. B. Deutschland und England) eingerichtet und betrieben. Zunächst sind es Jahres-Abonnenten, welchen es mittelst telephonischer Central-Anstalten ermöglicht wird mit einander, so oft sie wollen, aus der Entfernung zu sprechen. Zu diesem Behufe sind die Wohnungen der Mitglieder mit einem Central-Amte durch Leitungsdrähte und zugehörige telephonische Apparate verbunden. Jeder Theilnehmer kann allzeit mit allen übrigen Abonnenten, über welche er ein Verzeichnis erhält, Besprechungen aus der Ferne führen. Er hat nur zu diesem Zwecke mit dem Central-Amte ein telegraphisches Signal zu wechseln und darauf die Nummer seines Partners zu nennen. Das Central-Amt ruft dann seinen Sprechgenossen und verbindet mit Hülfe eines Umschalters seinen Draht mit jenem des Gerufenen, worauf die mündliche Unterhandlung beginnen kann. Die Ausschaltung der Leitungen erfolgt nach Bekanntgabe, dass die Unterredung zu Ende sei, wieder im Centralbureau.

Der wesentlichste Apparat einer telephonischen Centralstelle ist der General-Umschalter (switch-board, transpositeur général), welcher hauptsächlich aus den Indicatoren und aus dem Commutator oder Permutator besteht. Die ersteren haben dem Beamten (switchman) durch eine erscheinende Nummer anzuzeigen, welche Partei gerufen hat. Jener vermittelt dann mit Hilfe des Commutators, d. i. des eigentlichen Umschalters, die Verbindung der Mitglieder unter einander. Durch Variationen in der Einrichtung und Anordnung dieser Haupttheile unterscheiden sich die General-Umschalter der verschiedenen Constructeure.

In der Rotunde waren grössere und kleinere Centralstationen reichlich vertreten, und wir erinnern an jene bei Berliner in Hannover, Wehr in Berlin, Schäfer & Montanus in Frankfurt a./M., Zellweger & Ehrenberg in Uster-Zürich, Ericsson in Stockholm, bei der italienischen Telephon-Gesellschaft in Neapel, bei de Branville in Paris, beim französischen Ministerium der Posten und Telegraphen in Paris, bei der Telephon-Gesellschaft in Paris u. a. m. Am grossartigsten erschien die Centralstation der letztgenannten Gesellschaft und jene war auch lehrreich für das grosse Publikum, da mit derselben manipulirt wurde. Wie sehr auch die Central-Umschalter äusserlich und in den Details von einander abweichen mögen, so befolgen sie doch alle für die Signalgebung von Seite der Abonnenten an das Vermittelungs-Amt, und umgekehrt, im Allgemeinen die Principien der Haus-, Hôtel- und Feuerwehr-Telegraphie. Bei jeglichem centralen Umschalter schliesst jeder einzelne Liniendraht, bevor er in den Commutator oder Linienwechsler tritt, an einen elektromagnetischen Signal-Apparat, d. i. an den numerirten Indicator des entsprechenden Abonnenten. Durch den Commutator ist jeder Liniendraht zur Zeit der Ruhe in der Centrale mit der Erde verbunden, so dass jede Einzelnlinie mittelst des Signals, und wenn man will (z. B. zur Nachtzeit) auch mittelst eines eingeschalteten Weckers, die Centrale anrufen und den Wunsch nach einer bestimmten Verbindung telephonisch ausdrücken kann. Um diese zu bewirken, wird mittelst des Commutators die Erdverbindung der betreffenden Einzelnlinien aufgehoben und dafür die Verbindung der letzteren unter einander für die telephonische Unterredung hergestellt. Nach geschehener Conversation legt der

Vermittler die Einzelnleitungen mit Hilfe des Commutators wieder an die Erde. Dies geschieht, je nach der Einrichtung des Commutators, in verschiedener Weise. Allein trotz dieser Verschiedenheit lassen sich die Commutatoren nun in zwei Hauptarten eintheilen.

Die erste derselben beruht auf einem in der Telegraphie längst eingeführteu allgemeinen Umschalter, der unter dem Namen des „Schweizer Umschalters“ oder des „Wechseltisches“ bekannt ist. Die zweite Hauptart ist eine neuere Erfindung der Nord-Amerikaner C. C. Haskins und C. H. Wilson und wird als das System

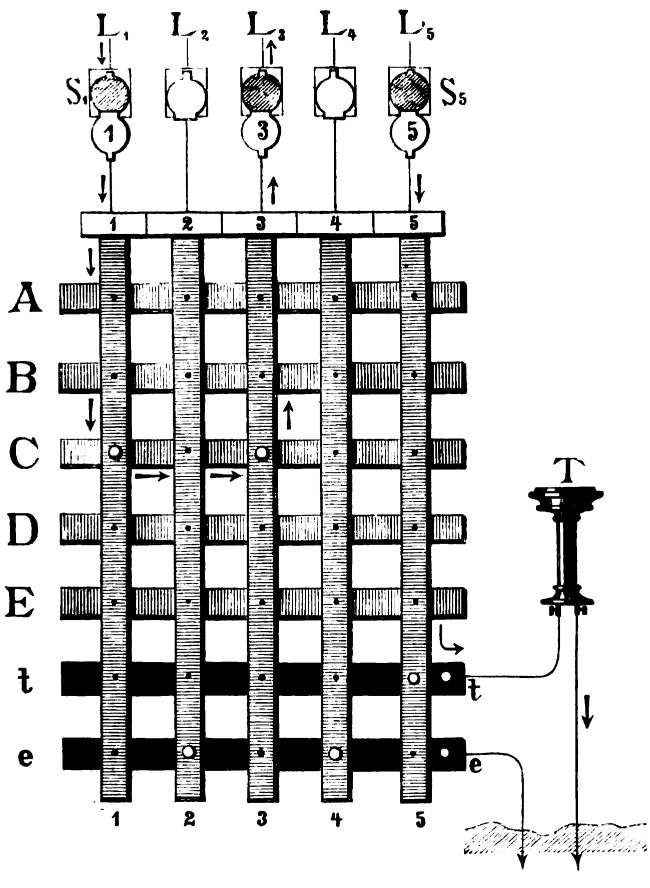


Fig. 180.

der „Jack-knifes“ bezeichnet, weil bei demselben ursprünglich die Linienverbindungen mittelst Conjunctoren gebildet wurden, welche die Form von Klappmessern (jack-knifes) besassen.

Da der Schweizer Umschalter der einfachere und ältere Apparat ist, so mag dessen Verwendungsweise als General-Umschalter in den telephonischen Centralstationen voran besprochen werden. Derselbe besteht (Fig. 180) aus zwei Lagen von einander isolirten und mit ihren Längenachsen auf einander senkrecht stehenden Messingschienen mit Bohrlöchern, welche genau über einander liegen.

Die Linien $L_1 L_2 L_3 \ldots$ der Abonnenten schliessen, nachdem sie um ihre zugehörigen Indicatoren $S_1 S_2 S_3 \ldots$ gegangen sind, je an einen der von oben nach unten gerichteten Metallstreifen 1, 2, 3, 4 . . ., welche man „Verticalstreifen" nennt. Dagegen bezeichnet man die von rechts nach links gelegten metallenen Lamellen *A*, *B*, *C*, *D* . . . als die „horizontalen". Will man nun z. B. die Linie L_1 mit L_3 verbinden, so schiebt man nur je auf einer und derselben Horizontalen z. B. bei *C* in das zugehörige Loch des Verticalstreifen 1 und ebenso des Streifen 3 einen genau passenden Metallstöpsel ein. Zur Zeit der Ruhe stecken alle Metallstöpsel auf dem untersten Horizontalstreifen *c* (Erd-Lamelle), welcher mit der Erde leitend verbunden ist. Dadurch erscheint jede Einzelnstation mit der Centralstation geschaltet und letztere kann jene anrufen, und umgekehrt.

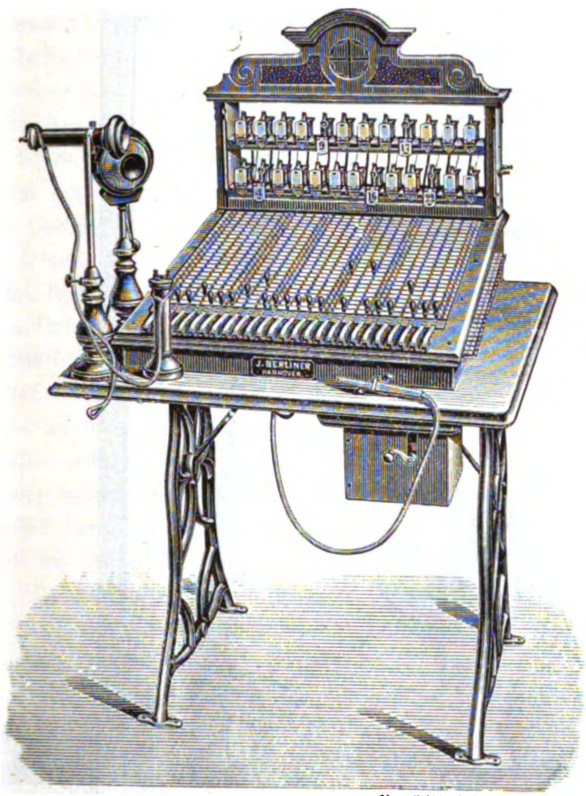
Geschieht dies z. B. von Seite der Nummer 1, so nimmt der Beamte der Centrale den Stöpsel von Nr. 1 der Erd-Lamelle *e* und setzt ihn um ein Loch höher in denselben Verticalstreifen. Der hiezu gehörige metallene Horizontalstreifen ist mit dem einen Pol des Telephons *T* der Centrale verbunden (Telephon-Lamelle), während der andere Pol des Telephons zur Erde geht, so dass jetzt Abonnent Nr. 1 der Centrale mittheilen kann, mit wem er sprechen wolle; es sei dies Nr. 3. Diesen ruft nun der Beamte mittelst des Läutewerkes in 3, und nach erhaltenem Rücksignal setzt der Vermittler den Stöpsel Nr. 3 vom horizontalen Streifen „Erde" auf jenen „Telephon", um Nr. 3 mündlich bekannt zu geben, dass er ihn mit Nr. 1 verbinde, was in jeder der horizontalen Lamellen *A*, *B*, *C*, *D* . . ., wenn sie noch frei sind, durch die früher besprochene Stöpselung geschehen kann.

Das Princip des Schweizer Umschalters wurde in Nord-Amerika bald nach Einführung der telephonischen Centralen, später auch von der Telephon-Gesellschaft Gower in Paris und von vielen anderen Telephon-Gesellschaften (z. B. in Wien, Zürich) und von verschiedenen Constructeuren (Schäffler, Berliner u. A.) angenommen, jedoch mit mannigfachen Abweichungen in der Anordnung, sowie in den Details ausgeführt. Der Commutator des Schweizer Umschalters ist meist, behufs bequemer Hantirung, in schiefer Lage auf einem Tische angebracht, während die Indicatoren auf einem dazu gehörigen Regale stehen. Der zugehörige Läute-Inductor befindet sich rechter Hand unterhalb der Tischlplatte am vorderen Rande, dagegen das Mikrophon und die Hör-Telephone links auf Stativen oder am lothrechten Tischaufsatze.

Der Central-Umschalter (Fig. 181 und 182) von J. Berliner in Hannover beruht im Wesentlichen auf dem Principe des Schweizer Umschalters, wobei die Verbindung zwischen je zwei Leitungen durch dieselbe Stöpselung wie dort geschieht. Die horizontalen Schienen liegen (Fig. 181) oberhalb der Tischplatte, die verticalen werden durch Metallfedern *DDD* (Fig. 182) gebildet, über welche bald Näheres gesagt werden soll. Der Deutlichkeit halber ist der Durchschnitt (Fig. 182) des Apparates vergrössert dargestellt, derart, dass, während Fig. 181 nahezu im Verhältnisse von 1 : 15 linear erscheint, das Verhältnis bei Fig. 182 beiläufig wie 1 : 7 linear beträgt. In Fig. 181 ist angenommen, dass 4 mit 8, 9 mit 22 und 16 mit 18 spricht. Zugleich sieht man, dass die ungeraden Indicatoren in der oberen, die geraden in der unteren Reihe liegen, was zur schnelleren Orientirung beiträgt. Die in der untersten wagrechten Schiene befindlichen

Stöpsel heissen „Erdstöpsel", weil sie die Verbindung der Linien mit der Erde herstellen. Bei jedem Umschaltertische befindet sich ein sinnreich eingerichteter Wechselstöpsel (Fig. 181 rechts auf dem Tische liegend, Fig. 182 bei *F*), welcher, je nach dem an ihm bewirkten Contacte, das Läutewerk oder die Fernsprech-Apparate der Station, mit der er verbunden wird, einschaltet.

Zur weiteren Erklärung der Durchschnitts-Skizze (Fig. 182) diene Folgendes: *A* bezeichnet die Klemme, wo die Linie einmündet; *B* eine Feder, auf einem Sockel von Messing aufliegend; *C* und C_1 sind Elektromagnete des Nummern-Tableaus. *D* stellen eine Anzahl eigenthümlich gebogener Neusilber-Federn dar,



E STEINMET…

Fig. 181.

welche an ihren unteren Spitzen zusammenstossen und welche mit dem von *C* nach *E* laufenden Leitungsdrahte verlöthet sind. *E* ist ein Stöpsel, welcher die letzte Neusilber-Feder mit der letzten Verbindungsschiene — der sogenannten Erdleitungsschiene — verbindet. Die Anzahl der Verbindungsschienen ist nach der Grösse der Apparate verschieden. *F* ist ein eigenthümlich geformter Doppelstöpsel-Apparat; derselbe enthält, von einander isolirt: 2 Contactstreifen *l* und *h* und 2 Extra-Contacte *k* und *m*. Diese stehen durch eine dreifache Leitungsschnur mit den Klemmen *G*, G_1 und G_2 in Verbindung, und zwar: *l* mit *G*, *m* mit G_1 und *k* mit G_2. Die Contactschiene *h* ist im Ruhestande mit dem Con-

tacte k und dadurch mit der Klemme G_2 verbunden, während durch Niederdrücken des Tasters diese Verbindung aufgehoben und eine neue mit dem innen angebrachten Contacte m, und dadurch mit der Klemme G_1 hergestellt wird. J ist

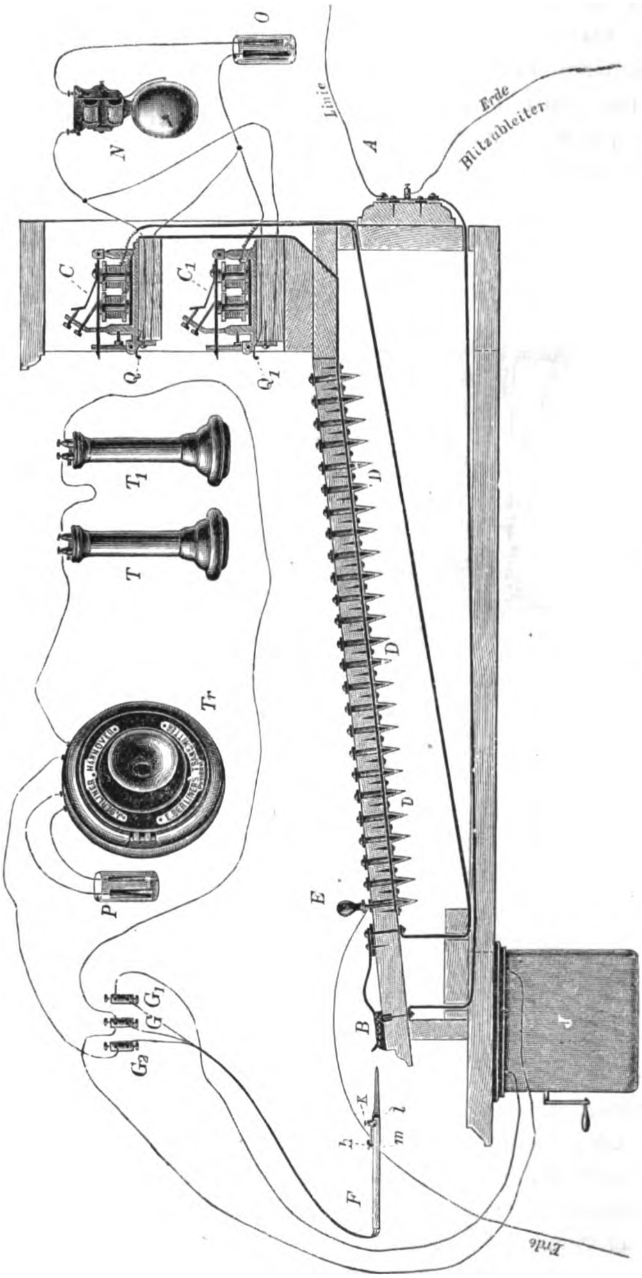


Fig. 182.

ein Magneto-Inductor für Centralstationen mit Magneto-Anruf-System. Bei Centralen mit Batterie-Anruf ist derselbe durch eine Anzahl galvanischer Elemente zu ersetzen. *Tr* stellt einen E. Berliner'schen Transmitter vor, welcher durch das

constante Element P in Betrieb gesetzt wird; T und T_1 bezeichnen Hör-Telephone: Q und Q_1 endlich sind Neusilber-Federn, welche beim Niederfallen einer Nummernklappe Contact mit derselben machen, hiedurch die Batterie O schliessen und einen Strom herstellen, welcher die Glocke N in Allarm bringt.

Der Apparat functionirt folgendermassen: Sobald eine Station das Central-Bureau anruft, geht der kommende Batterie- oder Magneto-elektrische Strom durch A und B zum Elektro-Magneten C, dann durch die Federn D nach E zur Erde. Der Anker des Elektro-Magnetes wird angezogen und die Nummernklappe fällt, indem sie gleichzeitig, wie oben beschrieben, die Glocke N ertönen macht. Hierauf schaltet man den Stöpsel F ein, indem er zwischen Sockel und Feder B eingeklemmt wird. Nunmehr ist die Schiene l, respective die Klemme G und dadurch der eine Pol des Inductors oder der Batterie und der eine Pol des Transmitters mit der Linie verbunden, während h durch die Feder B und den Elektromagnet C mit der Erde verbunden ist. Da sich nun auf der Station ebenfalls eine Erdleitung befindet, so erscheint der Stromkreislauf durch den Stöpsel ergänzt. Verbindet man nunmehr durch Niederdrücken des Tasters die Feder h mit dem unteren Contacte m, so wird der zweite Pol des Inductors oder der Batterie durch C, D und E zur Erde geleitet, und die Glocke auf der Station läutet. Liegt dagegen die Feder h gegen den oberen Contact k an, so ist der zweite Pol des Telephons, beziehungsweise Transmitters, mit der Erde verbunden, und es wird auf der Station gehört, wenn man im Central-Bureau spricht. Entfernt man den Erdstöpsel E aus der Erdschiene, so ist die Linie im Umschalter isolirt oder offen, und es kann kein elektrischer Strom durch dieselbe gehen. Werden indessen zwei Linien auf dieselbe Weise geöffnet und durch eine der messingenen Verbindungsschienen wiederum unter sich metallisch verbunden (Fig. 181), so wird jede der beiden Linien durch den Erd-Leitungsdraht der anderen Linie geschlossen; der auf der einen Station erzeugte elektrische Strom geht also gleichzeitig auch durch die zweite Station und dann erst zur Erde. Sämmtliche Linien, ehe sie in den Umschalter eingeführt werden, passiren einen der Firma J. Berliner eigenthümlichen Blitzableiter.

Etwas später als die Anwendung des Schweizer Umschalters für die telephonischen Centralen ward das System der Jack-knifes erfunden und mehrseitig so ausgebildet, dass es gegenwärtig viel häufiger als jenes ältere System in Anwendung kommt. Im Wesentlichen besteht jeder derartige Apparat aus einem Tische mit lothrechtem Aufsatze (Fig. 184) oder aus einem Schranke (Fig. 186), an dessen Vorderseite die Indicatoren mit den Nummern der Theilnehmer angebracht sind. Jene Nummern sind zur Zeit der Ruhe von metallenen Fallscheiben oder Klappen verdeckt. Zu jeder Nummer gehört (Fig. 183) ein Elektromagnet E, dessen Anker A im Ruhestande die Fallscheibe S festhält und dessen Umwindung einerseits mit dem Liniendrahte L des zugehörigen Abonnenten, anderseits aber durch die punktirte Klinke unterhalb K mit der Erde e verbunden ist, so dass jedes Mitglied seinen in der Centrale befindlichen Elektromagnet mit einem von seiner Batterie oder seinem Läute-Inductor ausgehenden Strom beschicken kann. Sobald dies geschieht, zieht der Elektromagnet E den Anker A an. Die Scheibe wird jetzt nicht mehr gehalten und fällt

durch ihr Gewicht und eine Federung derart herab, dass sie an ihrem Gelenke *G* lothrecht hängt. In solcher Weise wird die Nummer des Rufenden sichtbar. Unter einer jeden Fallscheibe befindet sich eine runde Oeffnung *O*, in welche sich der Metallstöpsel *s* einer Leitungsschnur *l* so einführen lässt, dass er eine metallische Klinke *K* oder eine metallische Streckfeder hebt und dadurch den Contact der zugehörigen Linienleitung *L* mit der Erde *e* aufhebt und mit *l* herstellt. Da auch das andere Ende der Metallschnur einen solchen Stöpsel trägt, so kann man je zwei Linien mit einander verbinden, indem man die ihnen entsprechenden Löcher mit den Stöpseln einer Leitungsschnur besteckt. Die Leitungsschnüre vertreten hier also die Horizontalstreifen des Schweizer Umschalters; sie, nebst den Jack-knifes bei *K*, bilden zusammen den Commutator.

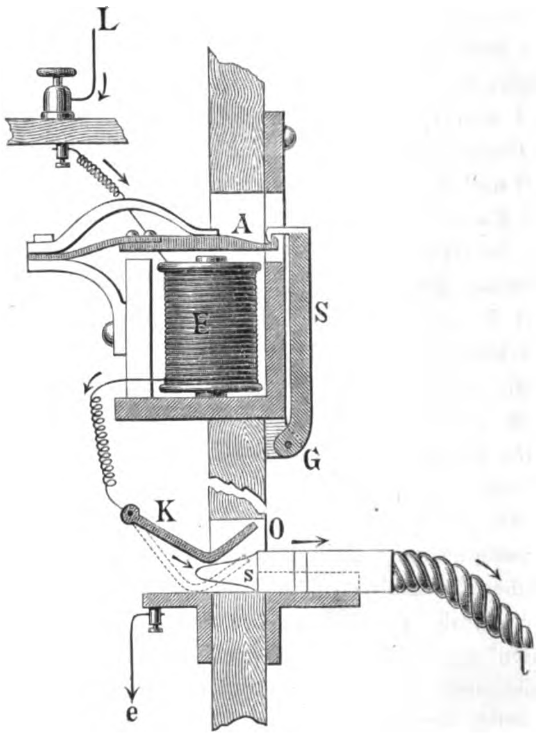


Fig. 183.

In ähnlicher Weise wie die Fallklappen der Indicatoren (Fig. 183) sind auch jene am Schweizer Umschalter eingerichtet. Bei jeder Art des Central-Umschalters reicht bei Tage gewöhnlich schon das Fallgeräusch hin, den Vermittler auf den Anruf aufmerksam zu machen, indess ist jedoch auch für die mögliche Einschaltung des Centralweckers gesorgt. Manche Apparate haben unterhalb der Fallklappen je einen Metallknopf. Bei der Berührung des letztern durch die herabgesunkene Metallscheibe wird der Centralwecker automatisch eingeschaltet.

Gewöhnlich richtet man jetzt für die grösseren Central-Aemter die General-Umschalter so ein, das je einer derselben für 50 Abonnenten ausreicht. Es

werden dann nach Bedarf eine Anzahl solcher Central-Umschalter aufgestellt und unter den Beamten so vertheilt, dass jeder derselben für die richtige Bedienung eines oder zweier neben einander stehender Central-Umschalter verantwortlich gemacht werden kann. Durch ein derartiges Gruppensystem, welches jetzt fast allgemein die anfänglich grossen, von mehreren Personen gemeinsam besorgten General-Umschalter verdrängt hat, wird eine strengere Ordnung erzielt. Zunächst sucht man an jedem der Umschalter jene Theilnehmer zu vereinigen, welche am öftersten mit einander conversiren. Kommt nun der Fall vor, dass ein Abonnent vom Umschalter *A* mit einem anderen des Umschalters *B* oder *C* u. s. w. sprechen will, so müssen beide durch längere Leitungen verbunden werden. Wollte man dies direct durch leitende lose Steckschnüre thun, so würden sich diese, selbst bei einem mässigen Verkehre, bald verwirren. Man verbindet daher zweckmässiger die verschiedenen Umschalter durch festgelegte Hilfsleitungen, welche an jedem Tische oder Schranke des Central-Umschalters in einen Hilfs-Schalter einmünden, so dass sich nun die von einander zu weit abstehenden Central-Umschalter indirect durch die Steckschnüre verbinden lassen. Soll z. B. Nr. 20 des Schrankes *A* mit Nr. 70 des zu entfernten Schrankes *B* verbunden werden; so bringt man den einen Stöpsel der Leitschnur in die zum Jack-knife Nr. 20 gehörige Oeffnung, den andern in eine Oeffnung des Hilfs-Schalters, an deren Metallwand die Leitung *I* vom Hilfs-Schalter des Schrankes *B* anschliesst. In *B* verbindet man ebenso Nr. 70 mit der Leitung *I* des zugehörigen Hilfs-Schalters durch eine Leitschnur, so dass jetzt Nr. 20 und Nr. 70 mittelst der beiden Steckschnüre und der entsprechenden zwei Hilfs-Umschalter verbunden sind. Um derartige Verbindungen mittelst der Hilfs-Schalter zu erleichtern, ist jeder General-Umschalter mit einem bestimmten Buchstaben (*A*, *B*, *C* u. s. w.) bezeichnet, mit welchem Buchstaben auch die zugehörige Reihe von Stöpslungslöchern des anderen General-Umschalters benannt ist. Manche Constructeure (z. B. Jones) ertheilen jedem Tische oder Schranke des General-Umschalters eine bestimmte Farbe statt jenes Buchstaben; am fremden Umschalter trägt dann das Feld, welches mit jenem Tische oder Schranke die Hilfsverbindung herzustellen hat, die nämliche Farbe. In analoger Weise wie die Central-Umschalter eines und desselben Amtes lassen sich auch die in verschiedenen Theilen einer Stadt errichteten telephonischen Vermittlungs-Aemter durch Hilfsleitungen und zugehörige Hilfs-Schalter mit einander verbinden. Auch die Schweizer Umschalter besitzen für ihre Stöpslungsweise eingerichtete Hilfs-Schalter.

Die Jack-knifes und die entsprechenden Indicatoren sind vorherrschend an Schränken angebracht, welche in letzter Zeit möglichst schmal gemacht werden, damit mindestens zwei derselben noch direct mittelst einer einzigen Steckschnur bedient werden können; doch findet man auch hier Tische, so z. B. beim Central-Umschalter (Fig. 184) des Nordamerikaners Jones. Dieser Apparat gehört der New-Yorker Intern. Bell Telephone Comp. und wird in Wien von B. Egger geführt. Man sieht bei diesem Haupt-Schalter an dem lothrechten Tischaufsatze vorne 40 oder 50 Indicatoren mit Klappen, welche von den zugehörigen Abonnenten zum Niederfallen gebracht werden. Unterhalb der Klappen liegen die entsprechenden Jack-knifes, welche mittels der rechts befindlichen

Leitschnüre in schon bekannter Weise besteckt werden. Das Mikro- und Telephon sind links angebracht. Der unter dem Tische befindliche Läute-Inductor wird mittelst einer Tretvorrichtung in Rotation versetzt. Zu jeder Fallscheibe gehört ein kleiner

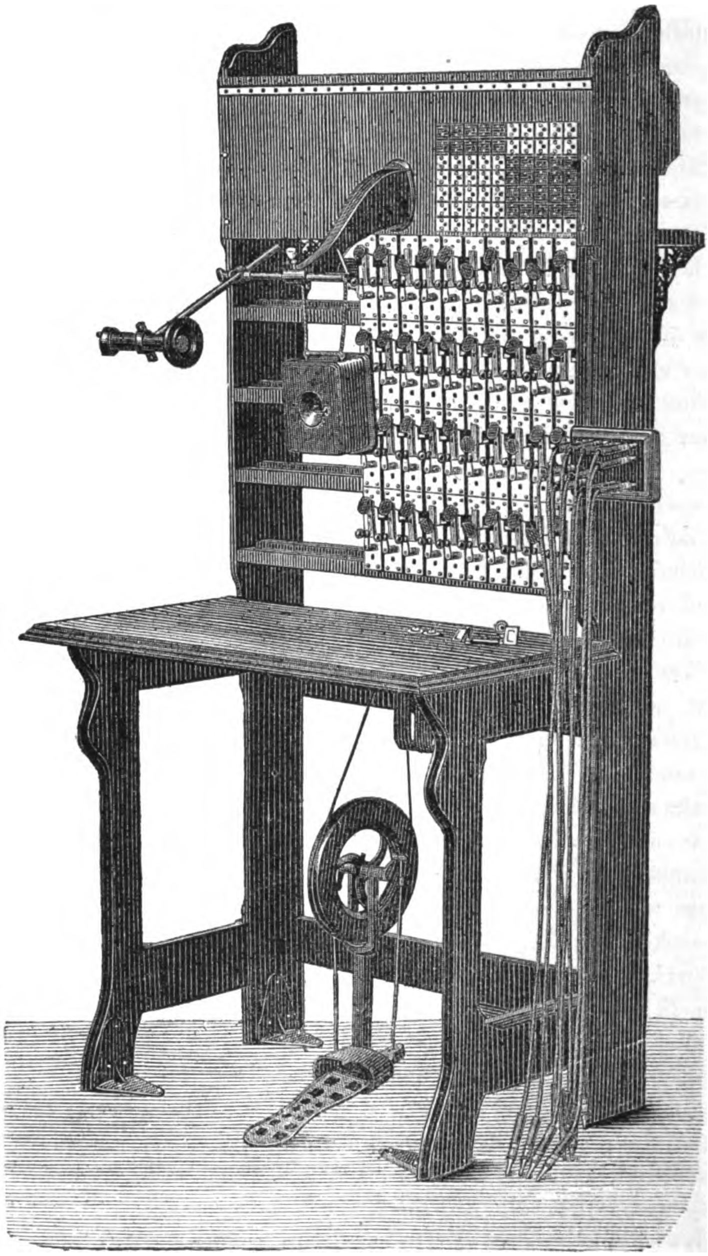


Fig. 184.

Kurbel-Umschalter, welcher, nach rechts gedreht, das Läutewerk, nach links gedreht, das Telephon einschaltet. Oberhalb des Tableau für die Fallscheiben, rechts, hat

der Hilfs-Schalter für die gegenseitige Verbindung der Tische seinen Platz; die Felder desselben zeigen, nach dem bereits erwähnten Systeme Jones, verschiedene Farben. Ganz oben an dem Regal des Tisches liegt ein streifenförmiger Hilfs-Schalter, mittelst dessen man durch Leitungsstecker von je 50 Abonnenten 15 mit einem Concertsaal so verbinden kann, dass sie die daselbst aufgeführten Gesangs- und Musikproductionen hören können. In Nord-Amerika sollen die Abonnenten von dieser Musikübertragung häufig Gebrauch machen.

In ähnlicher Weise, wie diese Tische sind auch die Schränke der Jack-knifes eingerichtet, nur sind bei denselben meist oben alle Indicatoren in Reihen zu 10 oder, damit der Schrank schmal werde, zu 5 Stück angebracht (Fig. 186), worauf dann erst alle zugehörigen Jack-knifes in analogen Reihen folgen. Wagrecht unter diesen, oder lothrecht von oben nach unten am Rande des Schrankes sind dann noch die Hilfs-Schalter zu finden. Wenn der Betrieb des Läutewerkes mittelst Batterie geschieht, so steht diese verschlossen im untern Theile des Kastens. Auch die kleinen Central-Umschalter mit nur wenigen Linien für Directions-Aemter, Portierlogen grosser Hôtels u. dgl. m., waren in der Ausstellung vertreten; sie sind nach denselben Principien wie die grossen gebaut.

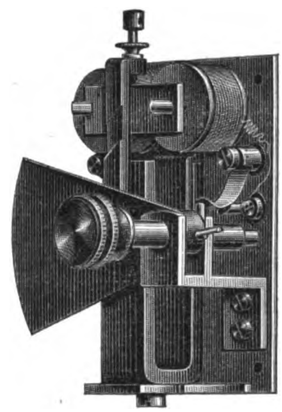


Fig. 185.

Gewöhnlich lässt sich das Ende der telephonischen Unterhaltung zweier mit einander verbundener Abonnenten mit Hilfe der beiden Electromagnete ihrer Indicatoren oder mindestens mit einem derselben anzeigen. Im letzteren Falle ist dann einer der Elektromagnete, behufs Verminderung des Widerstandes, ausgeschaltet, was dadurch geschehen kann, dass entweder das Jack-knife in der Leitung noch vor dem Elektromagnete angebracht ist, oder dass eine kurze Zweigleitung neben dem Elektromagnete zum Jack-knife geht. In solcher Weise sind die von Siemens & Halske construirten Haupt-Umschalter der Centralen der deutschen Reichspost eingerichtet, und analog auch jene von Schäfer und Montanus in Frankfurt a. M. Die Jack-knifes des Umschalters dieser Firma haben je zwei Oeffnungen derart, dass man für den Rufenden die untere, für den Gerufenen die obere mittelst leitender Steckschnur stöpselt, wobei der Elektromagnet des letzteren eliminirt wird, dagegen jener des ersteren für das Endzeichen eingeschaltet bleibt. Ausserdem zeigte der in Rede stehende Umschalter eigenthümliche Fallscheibenvorrichtungen (Fig. 185), welche es möglich machen, dass, nach ihrem Herabsinken und dem damit verbundenen Erscheinen der Nummern, durch das Drücken eines Knopfes sogleich die Verbindung der Centrale mit der rufenden Station hergestellt ist. Damit die Nummern zurückgestellt werden können, muss man den Knopf wieder hervorziehen und dann nach rechts drehen. Dadurch wird zugleich der Apparat der Centrale ausgeschaltet, was hier nicht vergessen werden kann. Die Hauptheile dieses Fallscheiben-Apparates sind ein Hufeisenmagnet, der nach Art der polarisirten Relais an dem einen Pole mit zwei Eisenschuhen und zugehörigen Drahtspulen bewaffnet ist, während vor letzteren

der entgegengesetzte Pol einen Eisenanker trägt, welcher zwischen zwei Spitzen in lothrechter Axe leicht drehbar ist. Wenn man nun von der Einzelnstation jene beiden Drahtrollen mittelst Läute-Inductors mit Wechselströmen beschickt, so wird der Anker abwechselnd von einem Polschuh angezogen und vom andern abgestossen, so dass er in rasselnde Schwingungen geräth, wobei der Schall noch durch die Resonanz des Kastens derart verstärkt wird, dass dieser Allarm als Anruf dienen kann. Der Anker arretirt in seiner Ruhelage die in einem Doppelarme eines Messingwinkels drehbare Fallscheibe mittelst Haltstifte in aufrechter Lage, wobei die Nummer nicht sichtbar ist. Sobald jedoch der Anker in jene Schwingungen geräth, wird die Fallscheibe frei und fällt seitlich so, dass ihre Nummer hinter einem Fensterchen erscheint. Hierauf beginnt die Correspondenz zwischen Centrale und Einzelnstation, sowie die endliche Ausschaltung der erstern in bereits erwähnter Weise. Für die kleineren Centralen der Feuerwehren, Polizei u. dgl. m. schaltet die herabfallende Klappe die Leitung automatisch auf das Telephon um. Für grössere Anlagen wären insoferne Störungen zu befürchten, als beim Fallen mehrerer Klappen die zugehörigen Stationen nicht nur mit dem Telephon der Centrale, sondern auch unter einander verbunden würden.

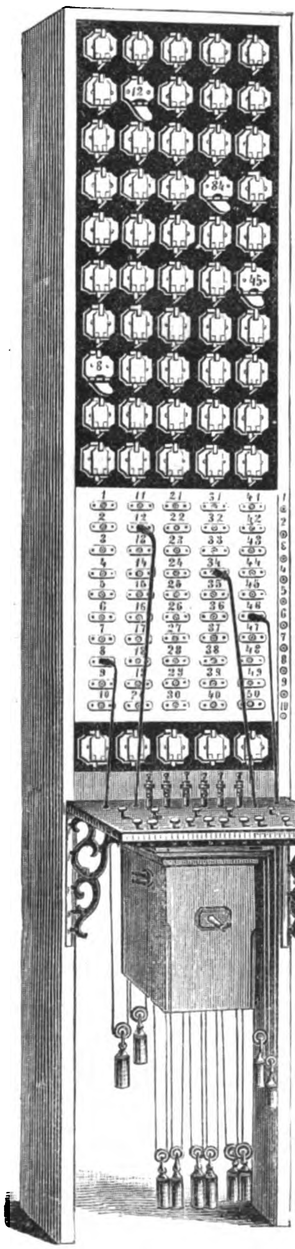


Fig. 186.

Ausser der genannten Firma hatte noch G. Wehr in Berlin einen eigenthümlichen Central-Umschalter für 25 Telephonlinien ausgestellt, montirt als Schrank auf einem Tische mit Läute-Inductor am untern Rande des Tisches und mit Mikro- und Telephon auf Stativen. Die Steckschnüre sind hier, behufs einfachen und schnellen Arbeitens, durch Schubcontacte ersetzt.

Man kann auch beide Elektromagnete der zwei mit einander conversirenden Abonnenten, behufs Verminderung des Widerstandes, eliminiren und dafür zum Zwecke der Anzeige des Endes der Unterhaltung, einen eigenen Elektromagnet, welcher „Clearing-out-relay“ heisst, einschalten. Dies hat den Vortheil, dass man beim Fallen der Klappe sogleich weiss, es handle sich um die Auflösung und nicht etwa um die Herstellung einer Verbindung, was eine Zeitersparnis mit sich bringt; ferner lassen sich dann auch die Elektromagnete der Indicatoren durch

Vermehrung der Windungen empfindlicher gestalten, da ja ihr Widerstand beim Sprechen ausgeschaltet ist. Einen solchen Central-Umschalter für 50 Linien hatte die Firma Zellweger & Ehrenberg in Uster-Zürich ausgestellt. An diesem Apparate (Fig. 186) befinden sich im oberen Theile des Schrankes 50 Indicatoren (Klappen) in 10 Reihen à 5 Stück, darauffolgend bei 1—50 in derselben Ordnung die zugehörigen Jack-knifes, und darunter 5 Klappen der Clearing-out-relays. Unterhalb dieser sind an einem wagrechten Brette die Steckschnüre sowie die Taster zur Correspondenz mit den Abonnenten angebracht. Jede Leitschnur hat hier nur an dem einen Ende den Metallstöpsel, während das andere Ende mit je einem Taster verbunden ist, der in der Ruhelage die Verbindung mit dem entsprechenden Clearing-out-relay herstellt. Durch je zwei solche zusammengehörige und durch die gleiche Farbe kenntliche Schnüre werden die zu verbindenden Jack-knifes besteckt, wobei das zugehörige Clearing-out-relay eingeschaltet wird, so dass jeder der Conversirenden das Ende der Unterhaltung anzeigen kann. Damit die Schnüre nicht in Verwirrung gerathen, sind sie durch in Rollen hängende Laufgewichte gespannt. Bei diesem Apparate ist die Linienleitung durch eine Lamellenfeder mit der Erdleitung verbunden. Diese Verbindung wird durch Herabdrückung der Feder mittelst des Stöpsels aufgehoben. Und da hier alle Elektromagnete der Indicatoren in der zur Erde führenden Leitung aufgenommen sind, so werden dieselben durch das Bestecken der Jack-knifes ausgeschaltet. Der Aussteller hat solche Central-Umschalter für die Telephonanlage in München geliefert; das System war jedoch schon früher bei der Western Union Electric Company in Anwendung.

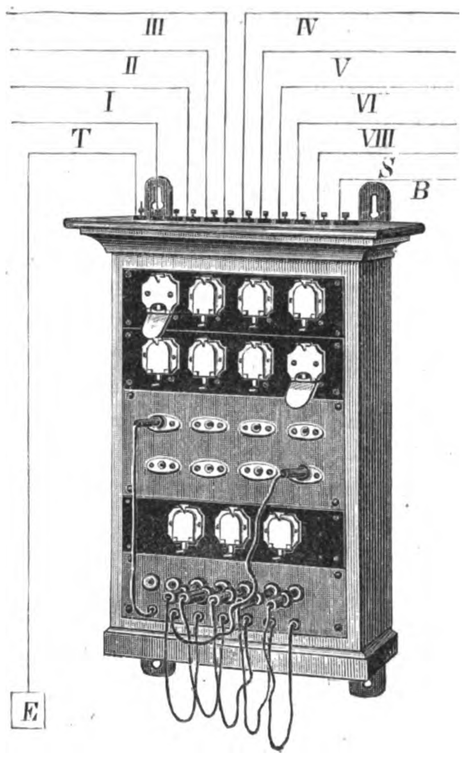


Fig. 187.

Auch kleinere, einfachere Centralen, z. B. für 8 Linien (Fig. 187) u. dgl. m. hat die in Rede stehende Firma mit Clearing-out-relays versehen.

Um an Leitungen zu sparen und die vorhandenen möglichst auszunützen, ging in jüngster Zeit mehrseitig das Streben dahin, in ein und dieselbe Linie eine grössere Anzahl von Fernsprechstationen hinter einander so zu schalten, dass je zwei derselben nach Belieben mit einander verkehren können, ohne ein Mithören oder eine Störung von den übrigen befürchten zu müssen. Diesbezügliche bereits patentirte Einrichtungen von O. Schäffler in Wien waren in der Rotunde zu sehen. Da bereits (1884) im Selbstverlage des Ausstellers eine Mono-

graphie hierüber von **Max Schippek** erschienen ist, so beschränken wir uns hier auf die blosse Angabe des Principes der Schäffler'schen elektro-automatischen Hintereinander-Schaltung mehrerer Mikro-Telephonstationen, wobei noch zu bemerken ist, dass Schäffler seine Systeme auch auf die Telegraphie ausgedehnt hat.

Es lagen zwei Arten von Hintereinander-Schaltungen vor. Bei der einen für öffentliche Zwecke — wie z. B. für jene der Feuerwehr, Polizei u. dgl. m. — tauglichen, hören alle Stationen das Rufzeichen, welches je nach der Nummer der Station ein anderes ist. Mit der Meldung der gerufenen Station werden dann alle übrigen Stationen, ausgenommen die rufende, elektro-automatisch eliminirt. Bei der zweiten für Privatverhältnisse passenden Art erfolgt sogleich beim Anrufen die Ausschaltung der nichtbetheiligten Stationen. Beiderlei Systeme beruhen auf der Anwendung polarisirter Relais, d. i. höchst empfindlicher, mit Ankerhebel versehener Elektromagnete, welche unter dem Einflusse permanenter Magnete stehen. Die hier gewählten gehören zu jenen, bei welchen der von einem Magnetpole magnetisirte Anker so lange an einem Contacte bleibt, bis mittelst eigenthümlicher Stromwechsler die Stromrichtung umgekehrt wird, worauf sich dann der Anker an den Gegencontact legt. Mittelst derartig polarisirter Relais werden, durch die elektro-automatische Umlegung der Anker, die Apparate der nicht betheiligten Stationen von der Correspondenz ausgeschlossen.

Die zweite, vollkommenere Einrichtung gestattet nicht nur die gewünschte Station in die Leitung, ohne Belästigung der Nichtgerufenen, mit Hilfe polarisirter Relais einzustellen, sondern sie macht auch, mittelst einer sinnreichen Construction, jederzeit durch eine Nummer- und Signalscheibe ersichtlich, welche Station eingeschaltet, und ob die Linie frei oder in Anspruch genommen ist. Ueberdies lässt sich diese Einrichtung auch für telephonische Central-Anstalten verwenden. Da beiderlei Systeme einem wirklichen Bedürfnisse entgegengekommen, so dürften sie auch bald in der Praxis erprobt werden.

Auch A. Kittel, Directions-Ingenieur der Wiener Privat-Telegraphen-Gesellschaft, hatte zweierlei Einrichtungen von automatischen Hintereinander-Schaltungen ausgestellt; doch ist derzeit ein Bericht wegen des noch fehlenden Privilegiums nicht möglich.

Bezüglich der Einrichtung des automatischen Umschalters für Central-Telephonie des Ingenieurs H. T. Cedergren und des Mechanikers L. M. Ericsson, beide in Stockholm, waren keine Daten für den Bericht zu erlangen. Die Aufgabe, die sich beide Aussteller gesetzt haben, fällt mit dem erörterten Principe der Hintereinander-Schaltung zusammen. Die ausgestellte Einrichtung war in Unordnung gerathen, und konnte — Hindernisse halber — nicht mehr hergestellt werden.

V. Das Fernsprechen auf langen Linien.

Dieses hängt einerseits von der Vervollkommnung der Tele- und Mikrophone ab, anderseits aber, die möglichst beste Isolirung der Leitung vorausgesetzt, von der Schwächung oder Vernichtung der Induction. In erster Beziehung ist bereits

Erkleckliches geschehen. Die Tragweite der Magnet-Telephone ist durch mannigfache Verbesserungen bedeutend erhöhet worden, so dass man jetzt die noch brauchbare Fernwirkung guter Magnet-Telephone im Durchschnitte beiläufig mit 45 *km* annehmen kann.

Der eigentliche Fernsprech-Apparat für lange Linien ist jedoch derzeit der mit einem Inductorium arbeitende mikrophonische Transmitter, combinirt mit einem guten magnetischen Telephon. Durch Vermehrung der Windungen der Inductionsspulen beider Instrumente kann man dieselben für grössere Leitungswiderstände, also für längere Linien einrichten. Principiell genommen steht also dem mikro-telephonischen Fernsprechen auch für weite Entfernungen kein Hindernis entgegen, und thatsächlich liegen verlässliche Versuche von der Münchener Ausstellung vor, nach welchen eine mikro-telephonische Unterhaltung in der Distanz von 136 *km* auf der Linie München-Regensburg, dann auch auf 200 *km* in befriedigender Weise gepflogen wurde; ja selbst in der Entfernung von 350 *km* auf dem Drahte München-Hof war noch eine theilweise Verständigung möglich, aber nicht mehr auf der Länge von 450 *km* zwischen München und Dresden. Das Haupthindernis des Fernsprechens auf langen Linien ist die Induction. Die Beseitigungsmittel derselben lassen noch Vieles zu wünschen übrig, und nach dieser Richtung bot auch die jetzige Ausstellung nichts Bedeutendes.

Die Induction tritt sowohl elektrostatisch, wie auch elektrodynamisch auf. Die erstere kommt in der Praxis namentlich bei Kabeln in Betracht, indem je ein solches einen Condensator (Franklin'sche Tafel oder Leydener Flasche) vorstellt, wo die Guttapercha das isolirende Zwischenmittel, der darin eingebettete Leitungsdraht die innnere, die Nachbardrähte dagegen die äussere Belegung bilden. Der durch den Kabeldraht laufende elektrische Strom pflanzt sich nicht nur in der Drahtlänge fort, sondern er wirkt auch durch die Isolirung hindurch auf die Nachbardrähte vertheilend, wodurch deren vereinigte Elektricität in die positive und negative Elektricität zerfällt. Durch letztere wird die positive Elektricität des eben thätigen Kabeldrahtes angezogen, und es entsteht eine eigenthümliche Ladung des Kabels mit entgegengesetzten Elektricitäten an der inneren und äusseren Belegung, d. i. im eigenen und in den benachbarten Drähten, weshalb die Fortpflanzung des für das Telephoniren bestimmten Stromes verzögert wird. Diese Hemmung lässt sich fortschaffen, wenn man jeden einzeln isolirten Draht mit einem Metallmantel, gewöhnlich aus Blei- oder Zinnblatt (Staniol), umhüllt, indem dann jener Draht (nach einer Folgerung aus dem elektrostatischen Satze von Gauss) gegen den Einfluss äusserer elektrischer Kräfte vollkommen geschützt ist.

Weit störender als die elektrostatische Induction wirkt beim Telephoniren in einer von mehreren parallelen Drahtleitungen umgebenen langen Linie die dynamische Induction. Vermöge dieser erregt jedes Entstehen und Aufhören, sowie jede Schwankung eines elektrischen Stromes in einem benachbarten, geschlossenen, parallelen Stromleiter einen Inductionsstrom, der umso stärker ist, je näher die Liniendrähte an einander liegen und je länger sie sind. Man kann daher bei zwei oder mehreren neben einander gespannten Telephonleitungen durch jede einzelne derselben, mittelst des von solchen Inductionsströmen umflossenen Telephons, hören,

was durch die anderen gesprochen wird, was nicht nur in Hinsicht des Auffangens der Conversation ein grosses Uebel ist, sondern auch dadurch, dass die eigene Unterhaltung durch die fremden Gespräche gestört wird. In analoger Weise hört man auch telephonisch, in Folge der Inductionsströme, das Arbeiten der Telegraphen, wenn die zu letzteren gehörenden langen Leitungsdrähte nahe und parallel zur Telephonlinie laufen, oder wenn eine der Telegraphenleitungen für das Telephoniren benützt wird. Es versteht sich von selbst, dass man suchen muss, die dynamische Induction entweder zu vermeiden, indem die telephonischen Leitungen von einander und noch mehr von den telegraphischen Linien weit entfernt geführt werden, oder, was in der Praxis besonders zu beachten ist, dass man der Induction entgegenwirkt und dieselbe bedeutend schwächt oder gänzlich aufhebt. Dies könnte dadurch geschehen, dass man den mikrophonischen Transmitter mit sehr mächtigen Inductionsspulen versehen würde. Da solche jedoch theuer sind und überdies ihre Wirksamkeit mit der Linienlänge schnell abnimmt, so hebt man die dynamische Induction einfacher und viel wirksamer dadurch auf, dass die Rückleitung nicht der Erde übertragen wird, sondern einen zweitem Drahte, welcher mit dem Hinleitungsdrahte isolirt zusammengedreht ist. Hiedurch neutralisiren sich die in den Drähten entstehenden entgegengesetzten Inductionsströme. Von diesem Verfahren macht man namentlich Gebrauch bei unterirdischen Kabelleitungen, so z. B. vielfach in England, ferner im Pariser Telephonnetz, wo die zugehörigen derartigen Kabel in den grossen unterirdischen Kanälen neben den Telegraphenkabeln liegen. Auch für die Telephonleitungen in der Luft hat man zwischen Manchester und Liverpool diese Methode mit günstigem Ergebnisse jedoch mit der Abänderung angewendet, dass je zwei zusammengehörige Drähte an ihren Trägern so befestigt sind, dass sie umeinander in einiger Distanz lang gezogene Schraubenlinien beschreiben. Da jedoch diese Methode sowohl wegen der höheren Kosten der Doppelleitungen, als auch wegen des oft für letztere fehlenden Platzes in der Regel nicht angewendet werden kann, so sucht man noch gegenwärtig vielseitig nach anderen Verfahrungsweisen die zu Tage liegenden Telephonleitungen inductionslos zu erhalten. Anderseits ist man gewöhnlich bestrebt, für lange Linien die Transmitter möglichst kräftig wirkend, d. i. so zu gestalten, dass der undulirende Fernsprechstrom weite Amplituden macht, wodurch in der Empfangsstation die ungehörigen Geräusche von der übertragenen Stimme übertönt werden sollen. Ueberdies ist man bemüht, die fremden nachtheiligen Ströme aus dem Empfangs-Apparate zu eliminiren, damit dieser nur vom nützlichen Strom erregt werde.

Diese Principien sind auch bei dem für lange Linien berechneten Fernsprechsystem von Dr. Herz (Paris 1880) in Anwendung, wo ein mikrophonischer Transmitter mit mehreren Contacten in der Nebenschliessung (Derivation) einer stärkeren Batterie geschaltet ist, während letztere zwischen der Erde und Linie beständig geschlossen bleibt. Wenn hiebei der Widerstand des Derivationsstromes jenen in den Intervallen des Mikrophons bedeutend übersteigt, so sind die Intensitätsschwankungen des Stromes viel grösser, als wenn der Transmitter direct in der Linie eingeschaltet gewesen wäre. Ueberdies reproducirt in der Empfangsstation ein Condensator statt des Hör-Telephons die Sprache. Der aus abwechselnden Staniolblättern und isolirenden, d. i. trockenen oder paraffinirten Papierblättern

bestehende Condensator wurde zuerst (1870 und 1877) von Varlay, dann auch von Pollard und Garnier für die Reproduction des Gesanges in die Telephonie eingeführt. Die Condensatoren der letzteren waren bei H. de Branville in Paris ausgestellt.

Die Metallblätter des mit seinen beiden äusseren Belegungen zwischen den Batteriepolen geschalteten Condensators werden beim Laden je entgegengesetzt elektrisch und ziehen sich an, beim Entladen kehren sie in ihre ursprüngliche Lage zurück. In Folge derartiger Ladungen und Entladungen können auch die Blätter in tönende Schwingungen gerathen, welche nicht nur, wie schon erwähnt, zur Fern-Uebertragung des Gesanges, sondern auch der Sprache verwendet worden sind (von Herz 1880, dann von Dolbear und Dunand). Obwohl der Condensator auch als Sender nicht versagt hat, wurde er bisher doch meist nur als Empfänger gebraucht, wo er einerseits mit der Linie, anderseits mit der Erde verbunden ist. Da durch ihn die Linie unterbrochen ist, so können von den Nachbarlinien keine oder nur schwache Inductionsströme erregt werden; letzteres dann, wenn die Isolirungen im Condensator nicht vollkommen sind. Herz sprach (1880) mit seinem Apparate gut verständlich auf dem submarinen Kabel Brest-Penzance (300 *km*); ferner ebenso auf einer freien Telegraphenleitung Orleans-Bordeaux (457 *km*) bei Tage zur Arbeitszeit der Telegraphen; selbst in der Distanz von 1100 *km* konnten durch einen oberirdischen Telegraphendraht noch einige Sätze bei nächtlicher Ruhe verstanden werden. Um die Elementenzahl seiner Batterie verringern zu können, hat Herz später ein Inductorium für den Linienstrom eingeführt und überhaupt sein System weiter ausgebildet (1882). Wie sich dieses in der Praxis bewähren wird, ist noch abzuwarten.

So war der Stand des Problems vom Fernsprechen auf langen Linien, als vor Kurzem (1882) von dem belgischen Meteorologen Van Rysselberghe eine Methode für das gleichzeitige Telephoniren und Telegraphiren auf einem und demselben Drahte erfunden wurde, die sich auch für weitere Distanzen (Brüssel-Paris, d. i. 320 *km*) wirksam erwies. Die Möglichkeit einer derartigen Doppel-Correspondenz wurde schon früher (1877) in Deutschland dargethan. Zwei Jahre später wurden solche Versuche von der deutschen Telegraphenverwaltung, und (1881) auch von österreichischen Genie-Officieren auf den Telegraphenleitungen der Buschtiehrader Eisenbahn mit gutem Erfolge wiederholt, wobei im letzteren Falle die grösste Distanz 126 *km* betrug. Rysselberghe's diesbezügliche Einrichtungen sind von denen seiner Vorläufer gänzlich verschieden; sie waren von Mourlon & Co. in Brüssel ausgestellt. Das Wesentliche der Rysselberghe'schen Erfindung besteht zunächst darin, dass beim Telegraphiren nicht wie bisher, z. B. mit dem Morse-Schlüssel, intermittirende, sondern graduell zu- und abnehmende Ströme verwendet werden. Dadurch treten auch die Inductionsströme in den Nachbarleitungen sowie im eigenen Drahte nicht plötzlich, sondern nur allmälig auf, so dass ihre Einwirkung auf die Membranen der Telephone sich nicht sprungweise, sondern in Uebergängen äussert. Dies hat zur Folge, dass die störenden Geräusche in den Telephonen unterbleiben. Um die erforderliche An- und Abschwellung der Telegraphirströme zu erzeugen, schaltet der Erfinder am Morse-Schlüssel des Absendeortes zwischen der Erde und der Tasterachse

einen Condensator ein, dessen Ladung beim Niederdrücken des Tasters das successive Anwachsen, und dessen Entladung beim Auflassen des Tasters dagegen das allmälige Aufhören des Stromes bewirkt. In analoger Weise kann ein zwischen dem Arbeitscontacte des Tasters und der Batterie geschalteter Elektromagnet den Telegraphirstrom durch seinen Widerstand verflachen. Endlich lässt sich auch noch dieser allmälig ab- und zunehmende Widerstand durch einen eigenthümlich construirten Taster hervorrufen. Natürlich leidet durch dieses „graduelle“ Telegraphiren die Geschwindigkeit des letztern, was jedenfalls die Schattenseite dieses Verfahrens ist. Ausser dieser Abstufung beim Zeichensenden müssen noch die Leitungen bei derlei Apparaten durch je einen Condensator *C* (Fig. 188) getrennt werden, welcher an jeder der beiden correspondirenden Stationen in die Leitung zwischen dem Telegraphenamte *T* und dem Fernsprechamte *F* eingeschoben wird. Hiebei ist die eine Seite des Condensators *C* mit dem Liniendrahte *L*, die andere aber mit einem ins Telephonlocale *F* führenden Zweigdrahte *ZZ* geschaltet. Vor

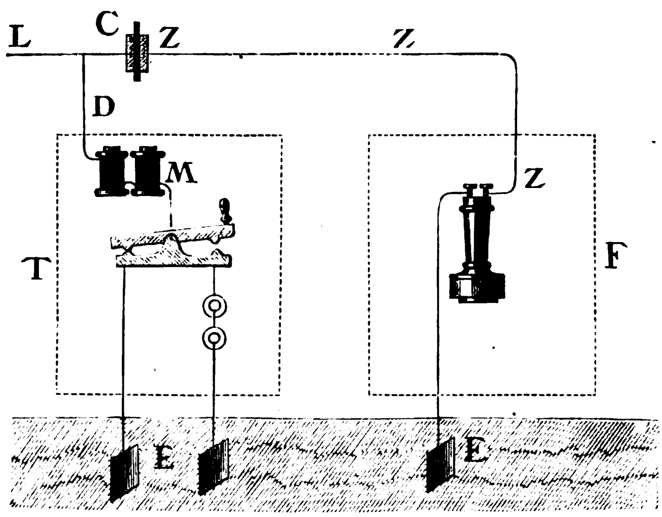


Fig. 188.

dem Contensator *C* zweigt der Liniendraht *L* ohne Unterbrechung nach dem Telegraphenzimmer *T* zu den Apparaten ab, wobei stets ein grösserer Widerstand einzuschalten ist, bevor der Draht *D* zur Erde *E* geht. Es empfiehlt sich daher am besten das in Fig. 188 skizzirte Verbindungsschema, weil hier die zwischen der Linienleitung und der Erde befindliche Drahtspule des zum telegraphischen Zeichenbringer gehörenden Elektromagnetes *M* jenen Widerstand gibt.

Die bisherigen Versuche auch auf langen Linien zu telephoniren, ja sogar gleichzeitig auf derselben Leitung zu telegraphiren, lassen hoffen, dass sich mit der Zeit die localen Telephonnetze, ähnlich wie jene der Telegraphen, zu Weltnetzen ausdehnen dürften. Freilich wird der schriftliche Verkehr des Telegraphen, wo es auf rückbleibende Verkehrszeichen ankommt, immer das Feld behaupten. Ja bei dem ohne Ende wachsenden Verkehrsbedürfnisse wird eigentlich das mit Batterie- und Inductionsstrom arbeitende Mikrophon mehr ein erwünschter Aus-

helfer und Mitarbeiter, als ein gefürchteter Concurrent des Telegraphen sein. Mit dieser freundlichen Perspective in die Zukunft wollen wir endlich zum Schlusskapitel übergehen, welches in Kürze die mikro-telephonische Uebertragung von Musik, Gesang und Sprache der Theater und Concertsäle nach entfernten Localen behandeln soll.

VI. Die Telephon-Auditorien.

Im südlichen Theile der Westgalerie der Rotunde befanden sich die vom Publikum stark in Anspruch genommenen Kammern zum Anhören der mikro-telephonisch übertragenen Instrumental- und Vocalmusik. Die Wiener Privat-Telegraphen-Gesellschaft hatte hier ihre telephonischen Auditorien für die Verbindung der Rotunde mit der k. k. Hofoper, ferner mit dem im dritten Bezirke gelegenen Concertsaale des Rollschuhclubs und endlich für das Musik-Duett Korneuburg-Baden. Gegenüber den telephonischen Cabineten der genannten Gesellschaft lag jenes von J. Berliner in Hannover mit der Verbindung nach dem 3. Kaffeehause des Praters, behufs Uebertragung des im Etablissement Ronacher aufgeführten Concertes. Bekanntlich wurden derartige Musikübertragungen das erstemal im Jahre 1881 in Paris vor das Publikum gebracht, nachdem solche seit Jänner 1880 gemeinschaftlich von Georges Berger, Antoine Bréguet und Clément Ader in verschiedenster Weise versucht worden waren. Das grösste Verdienst um die glückliche Lösung dieses Problems besitzt der zuletzt genannte Ingenieur der Pariser Telephon-Gesellschaft, und auf seinen Namen (Ader) lautet auch das Patent für Musikübertragung nach dieser Methode. Es verdient jedoch bemerkt zu werden, dass die Initiative für Theater-Telephonie von Berger ausgegangen war, und dass die Apparate für letztere von Bréguet geliefert wurden. In Paris waren die grosse Oper, sowie die Comédie française mit vier Hörsälen im Ausstellungspalais verbunden, von welchen je zwei abwechselnd in Gebrauch kamen. Zum Behufe der Uebertragung der Musik, des Gesanges und der Sprache der genannten Bühnen nach jenen Hörsälen, die nach aussen durch schlechte Schallleiter isolirt waren, standen auf der Bühne auf jeder Seite des Souffleurkastens symmetrisch je 12 Ader'sche Transmitter (Fig. 169). Um dieselben vor Erschütterungen und fremden Geräuschen, welche von den Bühnenbrettern ausgehen könnten, zu schützen, erhielten die Kästchen der Mikrophone als Boden dicke Bleiplatten, welche auf Kautschukfüssen ruhten Jeder Hörer bekam zwei der früher besprochenen Ader'schen Empfangs-Telephone (Fig. 157) zur Bewaffnung seiner Ohren. Von diesen Hör-Instrumenten stand das eine mit einem rechts, das andere mit einem links vom Souffleurkasten angebrachten Transmitter in leitender Verbindung, so dass der Lauscher dadurch akustisch wahrnehmen konnte, ob der Acteur stehen geblieben oder ob er nach rechts oder links geschritten war. Da an dieser Uebertragung mancherlei experimentirt und abgeändert wurde, so lauten die diesbezüglichen Nachrichten sehr abweichend von einander. Nach dem officiellen Plane standen zuletzt auf der Bühne der Oper in Summe 4 Transmitter, von welchen jeder sein Inductorium und seinen Hin- und

Rückleitungsdraht für die Distanz von beiläufig 2 *km* (Oper-Industriepalast) besass. Es wurden in jeder Leitung 4 Hör-Telephone hinter einander eingeschaltet. Da aber je zwei derselben, die in verschiedenen Stromkreisen lagen, einem Hörer zugewiesen wurden, so kamen auf je einen Transmitter sammt Leitung blos zwei Personen, und wenn man den Rückleitungsdraht auch in Rechnung zieht, so hat man 48 Leitungsdrähte für 48 Hörer, also je für eine Person einen Leitungsdraht. Jeder Transmitter bedurfte 3 Leclanché-Elemente, die aber wegen rascher Polarisation nur kurze Zeit dienen konnten, so dass fünfmal 3 solcher Elemente zum Wechseln, in Summa also für 24 Transmitter, 360 Elemente vorhanden waren. Hiedurch wurde diese Einrichtung, sowol betreffs ihrer Anschaffung als Unterhaltung sehr theuer.

Diesem Uebelstande wurde schon ein Jahr darauf durch die Einrichtung Dr. Moser's in Paris abgeholfen, indem derselbe nur mittelst einer aus Accumulatoren bestehenden Batterie und eines Leitungsdrahtes oder, wenn er die Erdleitung durch einen Rückleitungsdraht ersetzte, höchstens mittelst zweier Leitungsdrähte Concertmusik mit gutem Erfolge übertrug. In solcher Weise liess Moser im August 1882, im Saale der Pariser Telephon-Gesellschaft, 48 Personen die Concerte des Hippodroms mittelst doppelter Telephone, auf die Distanz von etwas mehr als 3·5 *km*, nur durch eine Linien- nebst Erdleitung zu ihrer Zufriedenheit hören. Im primären oder inducirenden Stromkreise lagen 25 oder 24 Ader'sche Mikrophone nebst 24 Primärspulen in paralleler Schaltung, d. i. so, dass alle Kohlen und Spulen, in welche der Strom eintritt, mit dem Hinleitungsdrahte, alle Austrittsstellen des Stromes derselben dagegen mit der Rückleitung verbunden waren. Durch diese auf Quantität des Stromes berechnete Schaltung werden die Contacte der Mikrophone geschont und, da alle Mikrophone vereint wirken, die Fehler der einzelnen gegenseitig verbessert. Auf je einer primären Spule sass die secundäre. Die letzteren waren zu je sechs parallel, und die so erhaltenen 4 Gruppen hinter einander geschaltet. In der Hörstation waren für 48 Personen 96 Telephone je zu 16 hinter einander, und die daraus entspringenden 6 Gruppen parallel einerseits mit dem Liniendrahte, andererseits aber mit der Erde verbunden. Später wurden noch in jeder Spannungsreihe 2 Telephone hinzugefügt, so dass dann 108 Telephone für 54 Hörer vorhanden waren.

Auch die mikro-telephonische Uebertragung der Opern- und Concertmusik der Wiener Privat-Telegraphen-Gesellschaft nach der Rotunde geschah nur mittelst zweier Doppelleitungen. Diese Uebertragung war nach dem Plane und den Anordnungen des Herrn Adolf Kittel, Directions-Ingenieurs jener Gesellschaft in Wien, eingerichtet. Zum Behufe der telephonischen Opernübertragung in die Rotunde wurden auf der Bühne der k. k. Hofoper und zwar längs der Beleuchtungsrampe derselben 12 Mikrophone, Patent der Wiener Privat-Telegraphen-Gesellschaft, aufgestellt. Die Construction dieser Apparate war im Wesentlichen folgende: Drei in ihren Achsenlagern leicht bewegliche Metallhebel trugen Kohlenpistons, welche gegen 3 an einer Metallmembrane befestigte Kohlencylinder leicht drückten. Eine gabelförmige Feder diente gleichzeitig zum Festhalten der Membrane an dem Gehäuse, ferner als Dämpfer und zur Herstellung der leitenden Verbindung mit der Membrane.

Nachdem man zur Anbringung der Mikrophone blos auf einen kleinen Raum unmittelbar an der Rampe beschränkt war, musste darauf Bedacht genommen werden, die Apparate dort so zu placiren, dass einerseits sowohl die Musik des Orchesters, als auch der Gesang zur vollen Geltung kommen konnten, dass anderseits aber die Apparate von den während der Vorstellung unvermeidlichen Bodenerschütterungen, so viel als möglich, bewahrt blieben.

Um dies zu erreichen, wurden die Mikrophone mit 50 *cm* hohen, hohlen Metallfüssen versehen, welche eine beliebige Drehung ersterer gestatteten, so dass der Schallfänger nach jeder Richtung gewendet werden konnte. Die Stellung der Mikrophone war dann so, dass ein Theil derselben hauptsächlich für das Orchester, der andere Theil aber für den Bühnengesang zur Wirkung kam. Die Füsse der Mikrophone waren nicht unmittelbar auf dem Bretterboden der Bühne festgemacht, sondern es war dieser so ausgeschnitten, dass dieselben direct auf der unterhalb

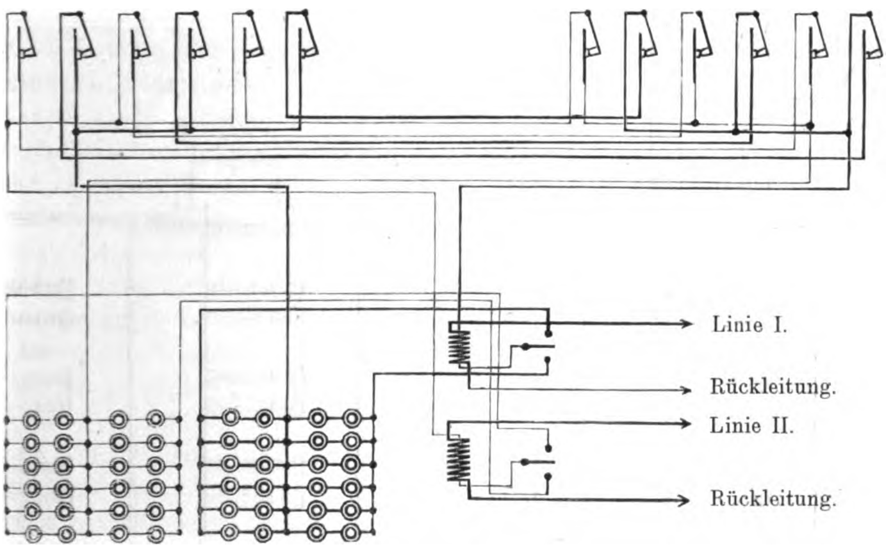


Fig. 189.

befindlichen Balkenlage der Versenkung, welche den mechanischen Erschütterungen besser widersteht, aufsassen; überdies waren Gummiunterlagen zur weiteren Abschwächung der mechanischen Erschütterungen der Apparate angebracht.

Die nöthigen Batterien, Umschalter etc. befanden sich in einem Raume der Versenkung unter der Bühne. Von hier aus gingen die Leitungen — und zwar 3 Doppelleitungen, nämlich 2 für die Musikübertragung, und eine für den dienstlichen Verkehr zwischen Oper und Rotunde — in einem circa 300 *m* langen Kabel durch das Gebäude auf das Dach des Opernhauses, wo die offene Leitung angeschlossen war, welche auf der $6^1/_3$ *km* langen Strecke, durchwegs auf Säulen aus 1 *mm* starken Patent-Silicium Broncedraht geführt wurde.

Die 12 in der Oper aufgestellten Mikrophone waren derart geschaltet, dass sie 2 Gruppen von je 6 Apparaten bildeten; jede solche Gruppe bestand wieder ihrerseits aus 3 Paaren unter einander parallel geschaltenen Apparaten, und zwar

war dabei darauf Bedacht genommen, dass jedes Paar aus einem auf der linken und einem auf der rechten Seite der Bühne befindlichen Apparate bestand. Die Schaltungsweise ist in beigegebener Skizze (Fig. 189) ersichtlich.

In der Rotunde waren die Leitungen zuerst in der, für das Beaufsichtigungs- und Bedienungs-Personale bestimmten Dienstzelle eingeführt, wo sich auch der zur dienstlichen Correspondenz bestimmte Apparat befand. Die Musikleitungen waren hier in 2 zur Controle dienende Telephone eingeschaltet und gingen von da zu den Kurbel-Umschaltern, mittelst welcher die Verbindungen mit den verschiedenen für das Publikum bestimmten Zellen hergestellt wurden. Für die Opernübertragung hatte man 2 solche Zellen mit je 16 Paar Telephonen, welche hinter einander, wie die Skizze (Fig. 190) zeigt, eingeschaltet waren.

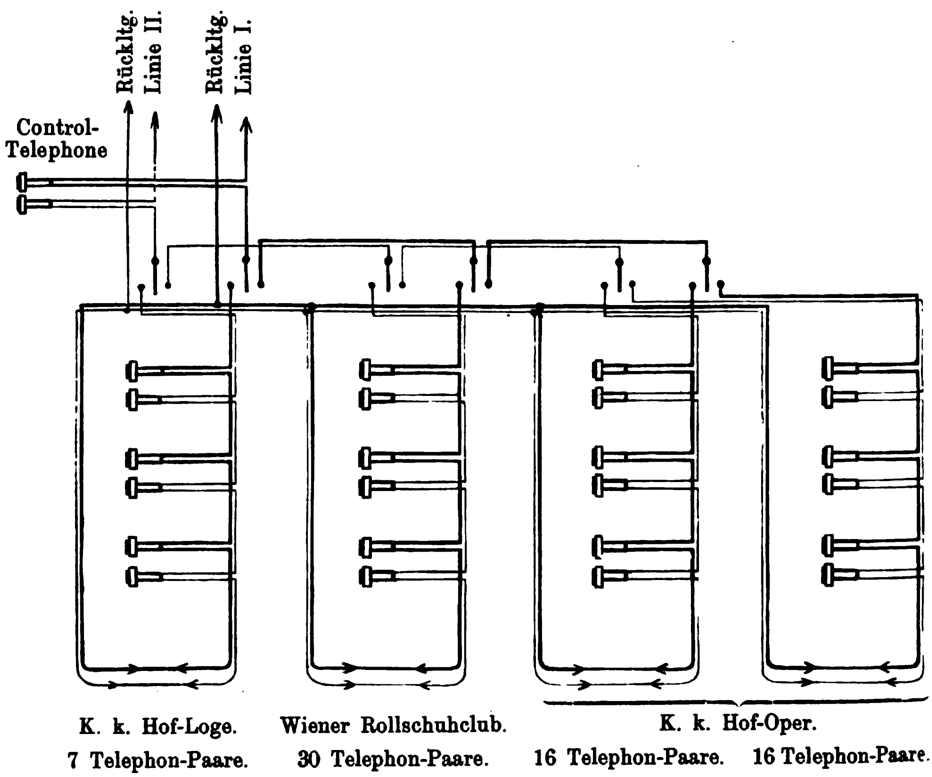


Fig. 190.

Während der Opernvorstellungen wurden diese Zellen abwechselnd in Zwischenräumen von 10 zu 10 Minuten eingeschaltet, so dass immer in einer Zelle die Production vor 16 Personen stattfand, während sich die andere Zelle leerte, und eine neue Partie von Zuhörern dieselbe besetzte.

Die besprochenen Leitungen wurden aber auch zur Musikübertragung aus dem Locale des **Wiener Rollschuhclubs** benützt, wo in den Nachmittagsstunden und an solchen Abenden, an welchen im Opernhause Ballette aufgeführt wurden, Concerte stattfanden.

Die von der Oper kommenden Leitungen waren zu diesem Zwecke in dem genannten Local eingeführt und konnte dort, mittelst Kurbelwechsler, die Oper ausgeschaltet werden.

Die Einrichtung und Schaltung der Mikrophone im Rollschuhclub waren ähnlich wie in der Oper; nur die äussere Form der Apparate war eine andere, da sie hier an den Wänden angebracht waren; in Anbetracht des kleinen Raumes, in welchem die Concerte abgehalten wurden, waren statt 12 blos 8 Mikrophone aufgestellt.

Die Entfernung zur Rotunde betrug von hier $3^1/_2$ *km*. In der für diese Production bestimmten Zelle standen 30 Paare hinter einander geschalteter Telephone dem Publikum zur gleichzeitigen Benützung zur Verfügung.

Ausser den bereits erwähnten, für das Publikum bestimmten Zellen, war in der Rotunde noch eine Hofloge mit 7 Paar Telephonen für besondere Besuche



Fig. 191.

eingerichtet. (Fig. 190.) Auf diese Loge konnten alle Leitungen eingeschaltet werden.

Ferner bestand eine telephonische Verbindung zwischen Baden, Rotunde und Korneuburg in einer aus 3 *mm* Eisendraht hergestellten einfachen Leitung von 85 *km* Länge. Die Anordnung war derart, dass in der zum Hören eingerichteten Zelle 12 Paar Hör-Telephone hinter einander, und ausserdem in der Dienstzelle auch eine complete Abonnentenstation zur Controle, eingeschaltet waren. Sowol in Baden als Korneuburg war die sprechende, musicirende und singende Person mit einer sogenannten Telephonhaube ausgerüstet, wie sie in der Skizze (Fig. 191) ersichtlich ist. Als Sprech-Apparat (Aufnehmer) waren die gewöhnlichen Abonnentenstationen der Gesellschaft in Anwendung. Die Leitung Korneuburg-Rotunde-Baden wurde längs bestehender Telegraphenleitungen geführt, ohne dass die Induction von den letzteren störend eingewirkt hätte.

Bei der Musikübertragung J. Berliner's in Hannover von dem Restaurant Ronacher nach der Rotunde waren 2 primäre Stromkreise vorhanden, damit bei etwaigen Störungen in dem einen der andere intact bliebe. In jedem dieser Stromkreise (Fig. 192) befanden sich vor den Musikquellen 8 parallel geschaltete Berliner'sche Transmitter *T* von verschiedener Empfindlichkeit, je nach der Stärke des Schalles der Klangspender. Jedes Mikrophon war mit einem grösseren Schallfänger versehen, dessen Längenachse mit der Ebene der Schallöffnung einen Winkel von 45° bildete. Dieser Schalltrichter war um seine Längenachse drehbar, so dass sich die äussere Oeffnung beliebig nach jeder Seite gegen die Schallquelle wenden liess. Jedem Mikrophon entsprachen zwei grosse hinter einander geschaltete Callaud-Elemente eigener Construction, mit sehr geringem inneren Widerstande. Diese 8 Elementenpaare waren in paralleler Schaltung verbunden. Vier grosse

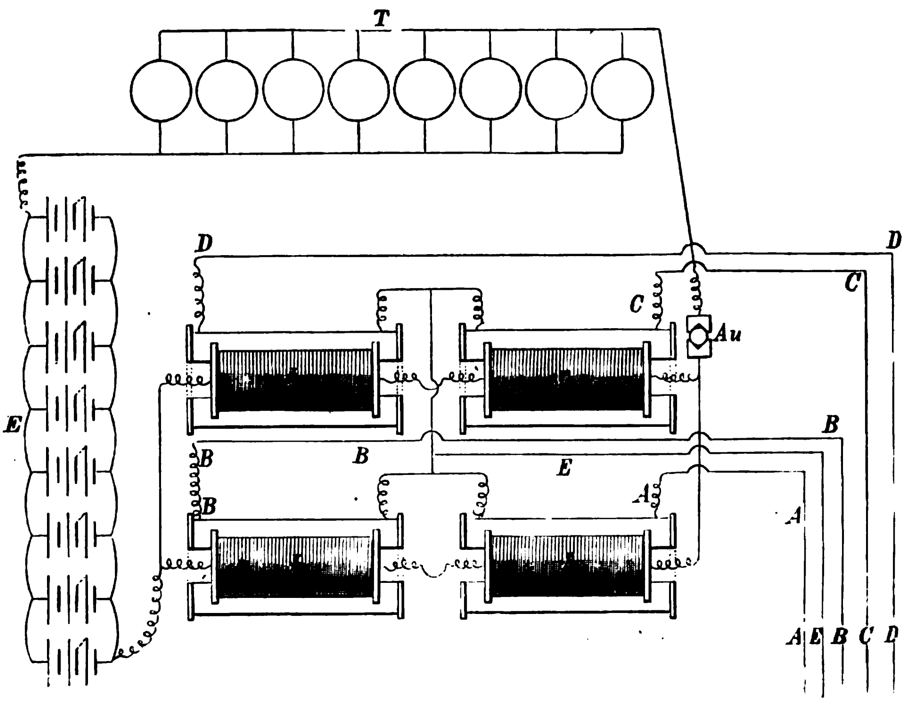


Fig. 192.

Inductorien *J* ersetzten die sonst am Berliner'schen Transmitter üblichen einzelnen kleinen Inductorien, welche hier entfielen. Die primären Spiralen der vier grossen Inductionsrollen waren zu je zwei hinter einander und dann parallel geschaltet. Von den zwei secundären Drahtrollen gingen vier Hauptleitungen *A*, *B*, *C* und *D* nach den Telephonkammern. Da die in Fig. 192 skizzirte Einrichtung doppelt bestand, so hatte man zusammen 8 Hauptleitungen nebst einem gemeinschaftlichen Rückleitungsdrahte *E*. Dazu kam noch ein Hauptdraht für einen Sprech-Apparat behufs dienstlicher Verständigung, so dass die Summe der Leitungsdrähte 10 betrug, Die Hör-Telephone waren in den acht Stromkreisen aufgenommen, und zwar in 4 Stromkreisen à 14 Telephone und in 4 anderen à 12 Stück, was in

Summe 104 Telephone gibt. Von diesen entfielen 50 Paare für die Zuhörer und 4 Stück für die Controle. Die Telephone waren je 6 und 7 hinter einander, und dann je 2 solche Serien parallel geschaltet. Ausserdem waren sämmtliche 8 Stromkreise durch Nebenschlüsse mit einander in Verbindung, so dass auch beim Zerreissen eines Leitungsdrahtes keine Störung eintreten konnte.

Bevor wir diesen Bericht schliessen, müssen wir noch der telephonischen Kammer gedenken, welche in der letzten Zeit der Ausstellung von Protaszewicz und Walla eröffnet wurde und für die laute Sprach-, Gesang- und Musikübertragung dienen sollte. Beide Aussteller zählen nach Oesterreich, obschon ihre Telephonkammer in der russischen Abtheilung lag. Da diese Aussteller die Einrichtungen ihrer Uebertragungsweise grossentheils geheim hielten, so müssen wir uns auf nachfolgende Notizen bezüglich derselben beschränken. Die Linienlänge für diese Uebertragung wurde von Protaszewicz auf 1100 *m* angegeben. (In der Luftlinie gemessen beträgt diese Entfernung ungefähr 300 *m*.) Nach dessen Mittheilung verwendete er zwei Arten von Mikrophonen. Bei der einen, welche für die Uebersetzung der Musik von Streich-Instrumenten diente, entfällt die Membrane, und letztere wird ersetzt durch das Musik-Instrument selbst, an welche das Mikrophon befestigt wird. Den Contact bilden zwei Platinspitzen, zwischen welchen sich ein in seiner Zusammensetzung geheim gehaltenes, selbstverständlich leitendes Pulver befindet. Dieses Mikrophon mahnt also einerseits an das bekannte Resonanz-Concert Wheatstones, bei welchem die Fortpflanzung der Schwingungen mittelst Tannenstäben geschah, die mit dem Stimmstock der Saiten-Instrumente verbunden waren, anderseits aber an das Mikrophon Righis, bei welchem die Contactänderungen durch eine in Silberpulver tauchende Spitze bewirkt wird. Die zweite Art der Mikrophone von Protaszewicz wird benützt zur Uebertragung der Musik von Blas-Instrumenten, ferner des Gesanges und der Sprache. Diese Instrumente besitzen je eine doppelte Membrane, von welchen die vordere aus einem gespannten Gummihäutchen, die hintere aus feinem Stahlblech besteht, wobei dann weiter der Contact wie bei der ersten Art zu Stande kommt. Dieses Mikrophon ist bei Musikübertragungen etwa 0·5 *m* von der Schallquelle entfernt; es soll nach anderseitigen Mittheilungen mit starken Batterien betrieben worden sein. Als Empfänger wurden die Telephone von Siemens gebraucht.

Bei Walla aus Stryi waren als Sender Mikrophone mit Glimmermembranen und Kohlencontacten in Verwendung. Der Durchmesser der kreisförmigen Glimmerscheibe betrug etwa 4 *cm*. Im Mittelpunkte derselben war ein Kohlenssheibchen fixirt, welches in einiger Entfernung von einem Dämpfer in Form eines offenen Kreuzes aus Weichgummi umgeben war. Die Hör-Telephone von Walla besassen statt der permanenten Magnete, Elektromagnete. Die Empfangs-Telephone beider Aussteller erhielten vor der Eisenmembrane als Ansatz nach aussen je einen grösseren Schalltrichter von Pappe, also gleichsam ein Sprachrohr. Im Abstande von etwa 3 *m* von dem Empfangs-Telephon vernahm man die laute Schallreproduction am stärksten und deutlichsten; sie war aber noch in viel grösserer Entfernung von dem Empfänger genügend kräftig und verständlich.

DIE

ELEKTRISCHEN UHREN

VON

FRANZ KAPAUN
DIPLOMIRTER INGENIEUR, BEAMTER DES WIENER STADTBAU-AMTES.

Seit der berühmte Einsiedler von St. Just nach langen und mühsamen Versuchen davon abstehen musste, eine Reihe von Uhren im gleichen Gange zu erhalten, hatte man sich gewöhnt, den gleichen Gang von Uhren sprichwörtlich als Ding der Unmöglichkeit hinzustellen. Seither haben sich die Verhältnisse wesentlich geändert. Man kann den heutigen Stand der Technik kaum besser illustriren, als durch die Thatsache, dass die erwähnte sprichwörtliche Grenze zwischen menschlichem Wollen und Können nunmehr in der rühmlichsten Weise, und zwar mit Hilfe der Elektricität, überschritten ist.

Ein eigenthümlicher Zufall hat es gefügt, dass zur Zeit der elektrischen Ausstellung in Wien in Rom eine internationale Commission tagte, welche sich unter Anderem auch mit der Frage beschäftigte, die Modalitäten für die Einführung einer allgemein giltigen „Weltzeit“ zu bestimmen. Diese Verhandlungen basiren selbstverständlich auf der Thatsache, dass man Mittel genug besitzt, die Zeitabschnitte selbst auf die grössten Entfernungen hin mit Sicherheit fixiren zu können.

Diese für die „Zeit-Telegraphie“ nöthigen Instrumente bezeichnet man im Allgemeinen mit dem Ausdrucke e l e k t r i s c h e U h r e n.

Bevor in die eigentliche Berichterstattung eingegangen wird, sei es gestattet, einige allgemeine Bemerkungen vorauszuschicken, die zunächst die Art und Weise der Behandlung des Stoffes zum Gegenstande haben.

Der Bericht als solcher ist weder für den Uhrmacher, noch für den Elektriker vom Fache bestimmt; er verfolgt innerhalb des für den Gesammtbericht aufgestellten Programmes vor Allem den Zweck, das Verständnis auch für diesen Specialzweig im Kreise des grossen Publikums zu wecken. Dermalen stellt er sich aber auch noch die Aufgabe, die Aufmerksamkeit jener Factoren im öffentlichen Leben auf die hier bereits erzielten Erfolge zu lenken, in deren Wirkungskreis die Verwerthung derselben für die praktischen Bedürfnisse zunächst fällt. Gerade der Umstand, dass mit den Fortschritten auf allen Gebieten menschlicher Thätigkeit, namentlich aber auf industriellem Gebiete, der Werth der Zeit immer grössere Würdigung findet und finden muss, hat es bedingt, dass der Ruf nach einem gleichmässig functionirenden Uhrnetze immer nachdrücklicher erhoben wird. So

gewinnt denn auch die Zeit-Telegraphie immer mehr an Bedeutung und der elektrische Betrieb öffentlicher Uhren tritt langsam aber stetig in den Vordergrund. Soll unter den verschiedenen Systemen die richtige Auswahl getroffen werden, so ist es namentlich bei den elektrischen Uhren nothwendig, scheinbar unwesentliche Nebenumstände, die das Princip des Mechanismus nicht betreffen, wohl zu beachten; denn die Misserfolge auf dem Gebiete der Zeit-Telegraphie sind häufig genug nur darauf zurückzuführen, dass auf die Anlage der Leitungen, die Wirkungen der Funken, der Inductionsströme etc. nicht das nöthige Augenmerk gerichtet wurde. Eben deshalb wurde nicht verabsäumt, bei Besprechung der einzelnen Constructionen auf diese Verhältnisse besonders hinzuweisen. Durch diese Bemerkung ist auch die Ausführlichkeit des Berichtes hinreichend motivirt.

Die Elektricität wird bei elektrischen Uhren entweder als Motor, als Ersatz für Feder und Gewicht, oder auch zu dem Zwecke verwendet, eine Anzahl von Uhren im gleichen Gange zu erhalten. Das Letztere ereicht man dadurch, dass man entweder mit Hilfe elektrischer Ströme eine Reihe von Uhren zugleich antreibt, oder die Zeiger von gewöhnlichen Uhren in bestimmten Intervallen gleichstellen lässt.

Uhren, welche bei selbständigem Gange blos von Zeit zu Zeit für andere Werke Strom-Impulse abgeben, bezeichnet man mit dem Ausdrucke Normal-Uhren, beziehungsweise Regulatoren. Jene Zeigerwerke hingegen, welche unter dem Einflusse einer Normaluhr betrieben und im gleichen Gange erhalten werden, heissen sympathische Uhren oder elektrische Zeigerwerke. Uhren mit selbständigem Gangwerke, welche durch elektro-magnetische Einwirkungen von Zeit zu Zeit gerichtet werden, bezeichnet man auch mit dem Ausdruck Secundär-Uhren; sie heissen Stundensteller, wenn das Richten der Zeiger alle Stunden erfolgt.

Durch die Anwendung der Elektricität bei Uhren hat man indess nicht blos den Vortheil des gleichen Ganges, selbst bei den grössten Entfernungen, erreicht, sondern auch gewisse Verbesserungen ermöglicht. Während beispielsweise Temperatur-Einflüsse auf Uhren durch Compensations-Vorrichtungen längst mehr oder weniger beseitigt werden konnten, war es bis jetzt schwierig, den bei Präcisionsuhren für wissenschaftliche Untersuchungen sehr fühlbaren Einfluss des schwankenden Barometerstandes, die nachtheiligen Wirkungen des Oeles, etc. zu paralisiren. Durch die Einführung der Elektricität als treibendes Element ist es möglich geworden, auch diese störenden Einflüsse zu bemeistern.

Es darf an dieser Stelle nicht verschwiegen werden, dass, seit Steinheil im Jahre 1839 zum ersten Male versuchte, durch eine Normaluhr eine Reihe sympathischer Zeigerwerke durch blosse elektro-magnetische Wirkungen im gleichen Gange zu erhalten, die praktische Anwendung dieses Problems mannigfache Enttäuschungen bereitete.

Vielfach ist selbst heute noch die Meinung verbreitet, dass für die Praxis die Combination einer Normaluhr mit Stundenstellern (Secundäruhren) die einzig zuverlässige Lösung des Problems des gleichen Ganges der Uhren repräsentire.

Die Gründe, welche das vielfache Versagen elektrischer Uhren herbeiführten, sind solche, welche entweder auf die Werke selbst, oder auf davon

abhängige Einflüsse zurückgeführt werden können. Thatsächlich wurde bei Uhren, namentlich älterer Construction, theils das Steigrad, theils das Pendel zu stark in Anspruch genommen, oder die Werke functionirten bei stärkeren oder schwächeren, also bei nicht sehr constanten Batterien unsicher, waren den Stössen der Anker nicht gewachsen, vor Verunreinigungen nicht gehörig geschützt, oder konnten durch die Einflüsse der atmosphärischen Elektricität, Inductionsströme etc. in ihrem Gange beeinträchtigt werden.

Als ein wesentlicher Fortschritt müssen jene Constructionen bezeichnet werden, durch welche die schädlichen Einwirkungen des elektrischen Funkens auf die Contactstellen vermieden werden. Beim Oeffnen und Schliessen der Batterien treten nämlich Extraströme und damit sehr leicht Funkenbildungen auf. Bei jedem solchen Funken wird die ursprünglich metallische Berührungsstelle an der Oberfläche gleichsam verbrannt. Wenngleich diese störenden Einflüsse bei jedem einzelnen Funken unendlich klein sind, so darf doch nicht unbeachtet bleiben, dass bei der grossen Anzahl dieser Funken selbst in verhältnismässig kurzer Zeit die Contactstellen oxydirt, daher schlecht und selbst nicht leitend werden, und dass damit Störungen im Betriebe begründet sind. Bei einer Uhr beispielsweise, welche auch nur alle halbe Minuten einen Strom-Impuls sendet, ist pro Jahr die Batterie circa 1,050.000 mal zu öffnen und zu schliessen.

Der überwiegend grösste Theil der Störungen bei elektrischen Uhren muss, abgesehen von dem in allen technischen Zweigen mehr oder weniger sich breit machenden Einflusse von Halbwissenden und Unberufenen, auf die mangelhafte oder unsachgemässe Ueberwachung der Batterien und der Anlage, sowie den thatsächlichen Verhältnissen entsprechend, auf Störungen und Beschädigungen der oberirdischen Leitungen zurückgeführt werden.

Bei elektrischen Uhren, welche ein selbständiges Gangwerk besitzen, und welche nur von Zeit zu Zeit von einer Normaluhr richtig gestellt werden, hat man allerdings den Vortheil, dass auch bei Störungen in den Leitungen die Uhren wenigstens nicht stille stehen, oder wenn auch bei unbeschädigten Leitungen der regulirende Strom aus irgend einer Ursache das ein- oder anderemal versagt, die Uhren wenigstens functioniren. Diesen Gründen gegenüber, welche gewöhnlich als Vorzug der nicht rein elektrischen (sympathischen) Zeigerwerke hervorgehoben werden, muss jedoch erwähnt werden, dass man hiebei die Umständlichkeit des Aufziehens und ausserdem noch die Störungen in den Leitungen mit in den Kauf nehmen muss. Bei combinirten Zeigerwerken, wie Stundensteller etc., werden letztere gewöhnlich so regulirt, dass sie in der Zeitangabe um ein gewisses Mass der Normaluhr vorauseilen oder zurückbleiben, um ein sicheres Eingreifen der Normaluhr zu ermöglichen. Bleibt nun der regulirende Strom in Folge einer Linienstörung oder aus anderen Gründen aus, so hat man allerdings den Triumph, dass die Secundäruhren vermöge ihres Gewichts- oder Federwerkes weiter gehen, zugleich aber auch den Erfolg, dass die Uhren nunmehr entschieden falsch zeigen. Ist aus irgend einem Grunde das Vorauseilen oder Zurückbleiben der Secundäruhren grösser als unter normalen Verhältnissen — und diese Möglichkeit liegt nicht so ferne — so bleiben die Zeiger ausserhalb der Wirkungssphäre der Normaluhr.

Die Uhren gehen sonach falsch und der Zweck der Anlage ist nicht erreicht. Will man aber diese zufälligen Störungen nicht zu bedeutenden Differenzen anwachsen lassen, so benöthigt man eine grössere Anzahl von Strom-Impulsen, und damit hat man fast die gleichen Gefahren, wie bei einer Anlage mit rein elektrischen Uhren.

Abstrahirt man von jenen besonderen Fällen, welche von Vorneherein eine bestimmte Betriebs-Methode der elektrischen Uhren ausschliessen, so wird man im Allgemeinen bei dem heutigen Stande in der Construction und den Erfahrungen im Betriebe der elektrischen Uhren sagen können, dass dort, wo auf die zweckentsprechende Herstellung und Ueberwachung der Batterien, Uhren und Leitungen die sachgemässe Sorgfalt verwendet wird, eventuell wo die Leitungen sogar unterirdisch gelegt werden, ohne Weiteres ein correctes Functioniren der Normaluhr und der sympathischen Zeigerwerke erwartet werden kann. Nachdrücklich jedoch muss hiebei hervorgehoben werden, dass es eine Reihe von Erfahrungen ignoriren hiesse, wenn man ohne Berücksichtigung localer Umstände das eine oder das andere Princip elektrischer Uhren *a priori* als das allein sichere proclamiren wollte.

I. Uhren mit elektrischem Antriebe.

1. Normaluhr (Halbsecunden-Pendel) von Andersen und Otzen in Kopenhagen.

Zu den neueren, in der Ausstellung exponirten Uhren gehören die Constructionen von Andersen und Otzen. Die Figuren 193 und 194 stellen in Ansicht und Verticalschnitt die wesentlichen Theile der Normaluhr dar, mittelst welcher das in Fig. 195 dargestellte System von sympathischen Uhren in Thätigkeit gesetzt wird.

Das nach herkömmlicher Weise construirte Pendel dieser Uhr schwingt um die Achse *a*, auf welcher auch der gabelförmige Anker *bb* befestigt ist, und welcher so mit dem Pendel die oscillirenden Bewegungen mitmacht. Das Zahnrad *c* erhält durch ein in gewöhnlicher Weise angeordnetes Uhrgewicht die Tendenz, sich im Sinne des angegebenen Pfeiles — nach rechts — zu drehen. Die Zähne *d* und *e* des Ankers *bb* greifen vermöge der Pendelschwingungen bald rechts, bald links in die Zähne des Zahnrades *c*, und vermitteln dadurch eine successive und von der Länge des Pendels abhängige Drehung des Zahnrades um dessen Achse *f*. Durch das auf derselben Achse *f* sitzende Räderwerk wird in bekannter Weise die Bewegung der Zeiger bewirkt.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, haben die Zähne des Ankers an der dem Zahnrade *c* zugekehrten Seite eine schief abgeschnittene Fläche. Indem unter dem Zuge des Uhrgewichtes die Zähne des Zahnrades über diese schiefe Fläche sich fortbewegen, ertheilen sie dem Pendel jedesmal einen neuen Schwingungs-Impuls.

Von dem Zahnrade *c* ist ein Zahn herausgeschnitten und durch eine aufgeschraubte Metall-Lamelle ersetzt, welche an der Pheripherie genau die Form der übrigen Zähne des Zahnrades zeigt. Dieser Lamelle *gg* entsprechend sind auf dem Anker *bb* zwei Metall-Lamellen *h* und *i* isolirt aufgeschraubt. Die eine dieser Lamellen ist mit dem positiven, die andere mit dem negativen Pole der Batterie in Verbindung, während von der Achse *f* des Zahnrades die Leitung zu den sympathischen Uhrwerken (Fig. 195) abzweigt. Auf den Metallplatten *h* und *i* sind in gleicher Weise wie auf dem Anker *b* 2 Zähne *d'* und *e'* befestigt, welche bei dem Lamellzahne *g* des Zahnrades *c* dieselben Functionen versehen, wie die Zähne *d* und *e* des Ankers den gewöhnlichen Zähnen des Zahnrades gegenüber.

In dem Augenblicke nun, als der Zahn der Lamelle *g* mit dem Zahne *e'* des Ankers in Verbindung tritt, ist der Strom geschlossen und die sympathischen Zeigerwerke erhalten einen Impuls, der in dem Momente aufhört, als der Zahn *g* weiterrückt. Bei der Verbindung des Zahnes *g* mit der anderen Seite des Ankers, mit dem Zahne *d'*, ist neuerdings der Strom geschlossen. Bei allen übrigen Zähnen

des Zahnrades kann kein Stromschluss erfolgen, weil nur die isolirten Ankerzähne *d* und *e*, nicht aber auch die in die Stromleitung eingeschaltenen Zähne *d'* und *e'* in Function treten können; es sind nämlich, wie aus dem Verticalschnitte (Fig. 194) ersichtlich, die Zähne des Zahnrades in einer anderen Ebene, als der Zahn *g*, und dem entsprechend auch die leitenden Zähne des Ankers *d'* und *e'* in einer anderen Ebene, als die nicht leitenden Zähne *d* und *e* angebracht.

Fig. 193.

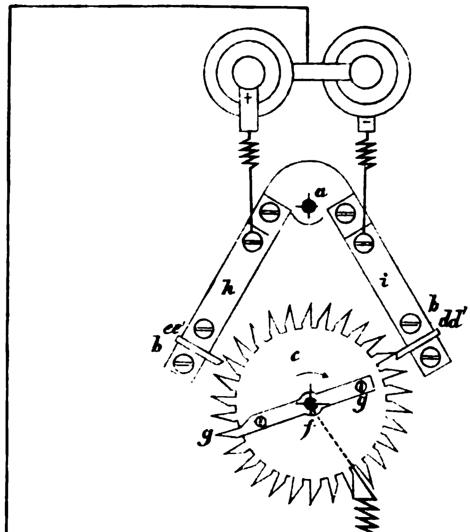
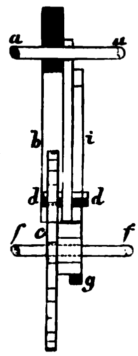


Fig. 194.



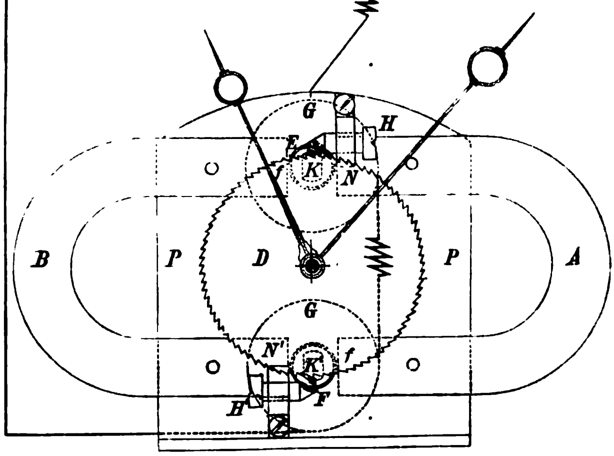


Fig. 195.

Bei dem zweiten Stromschlusse circulirt jedoch der elektrische Strom im entgegengesetzten Sinne, da die beiden Metall-Lamellen *h* und *i* des Ankers mit dem entgegengesetzten Pole der Batterie in Verbindung stehen.

Ist im Gegensatze zu Fig. 193 der Anker so lang, dass das Eingreifen desselben an zwei diametral gegenüberliegenden Stellen des Zahnrades *c* erfolgt, so treten die Stromschlüsse regelmässig nach jeder halben Umdrehung des Zahn-

rades ein, und der Zeiger des sympathischen Uhrwerkes rückt in gleichen Abschnitten vorwärts.

Die hier durchgeführte Einrichtung, dass die einzelnen Ströme abwechselnd in verschiedenen Richtungen circuliren, hat gegenüber der stets gleichen Stromrichtung den wesentlichen Vortheil, dass die Zeit-Telegraphie weniger den störenden Einwirkungen der atmosphärischen Elektricität, der Inductionsströme, sowie der Verunreinigung der Contactstellen unterworfen ist; ein Vortheil, auf dessen vollkommene Würdigung jedoch erst bei der Beschreibung der sympathischen Zeigerwerke eingegangen werden wird.

Die im Vorstehenden beschriebene Normaluhr, für den Betrieb gewöhnlicher Uhren bestimmt, ist nach einem sehr einfachen Wechselstrom-Principe und kräftig construirt; es ist zu erwarten, dass in Folge der Reibung zwischen Anker und Zahnrad die Contactstellen stets rein bleiben; dadurch ist eine wesentliche Bedingung für die Betriebs-Sicherheit, ohne einer grösseren Inanspruchnahme des Pendels und Steigrades, als bei gewöhnlichen Pendeluhren, erfüllt.

2. Chronophone von Silas.

Diese Uhren-Construction, ausgeführt von Bréguet, Desruelles und Drocaurt in Paris, soll als elektrische Signaluhr oder elektrischer Wecker für Krankenhäuser, photographische Laboratorien, wissenschaftliche Untersuchungen etc. dienen.

Das Uhrwerk wird durch eine gewöhnliche Feder-Construction betrieben. Von einem Metallreife, welcher das Zifferblatt der Uhr einrahmt, können Stifte, welche in gleichen Abständen von einander und im Contacte mit dem Metallreifen angeordnet sind, nach einwärts geschoben werden. Der Stunden- und Minuten-Zeiger der Uhr sind durch eine Verticalfeder gabelförmig gestaltet, und streifen bei ihrem Gange die einwärts geschobenen Stifte des Umfassungrahmens des Ziffernblattes. Nachdem nun der Umfassungsrahmen mit dem einen Pole der Batterie, die Zeigerachse, und damit die Zeiger selbst mit dem anderen Pole in Verbindung stehen, ist in dem Momente, als einer der Uhrzeiger an einem der eingeschobenen Stifte streift, der Strom geschlossen, und ein Klingelwerk, sympathisches Zeigerwerk etc. kann in Bewegung gesetzt werden. Da nun die Stellung der Stifte beliebig combinirt werden kann, so können zu beliebigen Stunden und Minuten irgend welche Signalvorrichtungen an einem bestimmten Orte, respective eines ganzen Stromkreises, in Bewegung gesetzt werden.

3. Pendeluhr von Alois Winbauer in Baden (Nieder-Oesterreich).

Diese Pendeluhren werden durch intermittirende Ströme unter Zuhilfenahme eines kleinen Gewichtes in Gang gehalten. Die schematische Skizze in Fig. 196 stellt die für den elektrischen Betrieb wesentlichen Bestandtheile in der Ansicht, Fig. 197, einen Theil derselben im Grundrisse dar. Pendel, Steigrad, Echappement etc. sind weggelassen.

Der Metallcylinder *b* — das Eingangs erwähnte Gewicht repräsentirend — ist mit der Metallscheibe *c* fest verbunden. Letztere sitzt lose auf der Achse *a*

des Minuten- und des Steigrades. Das Federgehäuse *d* und das Zahnrad *e* sind ebenfalls fest mit einander verbunden. Das Zahnrad *e* sitzt wieder lose auf der Achse des Steigrades. Die Stahlfeder im Federgehäuse *d* ist einerseits mit der Achse *a*, andererseits mit der Gehäusewand verbunden. Der Zug der Feder wird sonach auf die Achse übertragen. Der Sperrkegel *f* hindert das Zurückgehen des Zahnrades *e*.

Bei dieser Zusammenstellung ist es sonach möglich, den Metallcylinder *b* und die mit demselben verbundene Metallscheibe *c* um die Achse *a* nach aufwärts zu drehen; hiebei wird der Sperrkegel *g*, welcher auf der Metallscheibe *c* befestigt ist, um eine entsprechende Anzahl Zähne nach rückwärts gleiten. Lässt man nun den Cylinder *b* los, so hat die Scheibe *c*, das Zahnrad *e* und das Federgehäuse *d* die Tendenz, sich nach rechts zu drehen. Die Feder im Gehäuse erhält eine Spannung und wirkt auf das Zeigerwerk bewegend, wie bei einer gewöhnlichen Uhr. Durch das Hin- und Herschwingen des Pendels und die Wirkung des mit demselben verbundenen Ankers (Echappement) findet nun thatsächlich Zahn um Zahn eine Drehung nach rechts statt, die so lange anhalten würde, bis das treibende Element, der Cylinder *b* eine lothrechte Lage erhält. Soll nun die Uhr im Gange erhalten bleiben, so wird es nur darauf ankommen, den Cylinder *b* von Zeit zu Zeit in eine höhere Lage zurückzuführen.

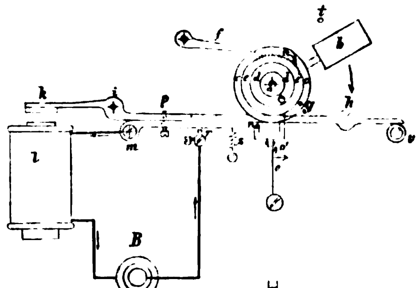


Fig. 196.

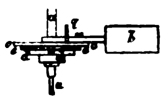


Fig. 197.

Diese Rückbewegung des Cylinders *b*, also das erneuerte Aufziehen der Uhr geschieht durch einen kurzen Strom-Impuls, und zwar in folgender Weise: Ist das Gewicht der Uhr (der Metallcylinder *b*) bis zur Rolle *h* herabgesunken, welche sich auf dem zweiarmigen Hebel *hk* befindet, so wird der Strom für einen Augenblick geschlossen. Die Eisenkerne der Drahtspulen *l*, durch welche der elektrische Strom kreist, werden magnetisch, und ziehen den Eisenanker des Hebels *kh* an. Die am zweiten Hebelsarme befindliche Rolle *h* bewegt sich rasch nach aufwärts, und schleudert den Cylinder *b* in die Höhe. Auf diese Weise wird die Feder neuerdings gespannt und die Uhr ist damit aufgezogen. In demselben Momente sinkt der Hebel *hk* wieder zurück, bis das Spiel von Neuem beginnt. Während der Zeit des Emporschnellens des Cylinders *b* wirkt die im Federgehäuse *d* angeordnete Contra-Sperrfeder, welche die Stosswirkung paralisirt.

Das Ein- und Ausschalten des Stromes geschieht durch folgende Vorrichtungen: Unter dem Hebel *kh* befindet sich ein zweiter Hebel *mn*. Der erstere hat bei *i*, der letztere bei *m* seinen Drehungspunkt, und trägt am Hebelende *n* einen Stift, welcher auf dem einen Arme einer gabelförmigen Stahlfeder *o* aufliegt. Diese hat die Tendenz, nach der Pfeilrichtung einen Druck auszuüben und lehnt sich sonach fest an den Stift *o'* an. In dem Hebel *kh* ist eine Schraube *p* befestigt, welche durch eine Oeffnung des Hebels *mn* durchgeht, und unter dem-

selben erst den Kopf besitzt. Der Hebel *kh* nimmt daher bei seiner Aufwärtsbewegung, in einem durch den Schraubenkopf *p* bestimmten Intervalle den Hebel *pmn* mit. Die Wirkungsweise dieser Constructionstheile ist nun folgende: Der an der Scheibe *c* befindliche Stift *g* drückt in dem Momente, wo der Cylinder *b* auf seine tiefste Lage herabgesunken ist, die Feder *o* zur Seite. Der Stift *n* des Hebels *mn* verliert dadurch seinen Halt, und der letztere fällt, unterstützt durch den Zug der Spiralfeder *s*, bis auf den Stift *r* herab. Da nun die Achse *m* mit dem einen, der Stift *r* mit dem anderen Pole der Batterie verbunden sind, so ist im Augenblicke des Herabfallens des Hebels *mn* auf den Stift *r* der Strom geschlossen. Wie bereits erwähnt, wird in Folge dessen der Anker *k* angezogen, und durch die Drehung des Hebels *kih* der Cylinder *b* in die Höhe geschleudert. Gleichzeitig nimmt aber der Hebel *kh* vermöge der Schraube *p* auch den Hebel *nm* mit in die Höhe. Dadurch wird der Contact am Stifte *r* aufgehoben und der Strom unterbrochen. Die Eisenkerne der Spulen verlieren ihre magnetische Kraft und beide Hebel fallen zurück. Der Stift *n* findet auf der mittlerweile in die ursprüngliche Lage zurückgeschnellten Feder *o*, und weiters der Hebel *kh* auf einer Schraube *v*, den alten Stützpunkt.

Hiebei ist noch Folgendes zu bemerken: Vermöge der Trägheit wird der Cylinder *b* einen grösseren Weg zurücklegen, als die Rolle *h*. Der totale Weg des Cylinders *b* beträgt 30 bis 42 Grade, repräsentirt also eine Zeit von 5 bis 7 Minuten, während welcher die Uhr aufgezogen ist.

Nicht unbemerkt darf bleiben, dass der Gang der Uhr von der Stärke der Batterie bis zu einem gewissen Grade unabhängig ist. Denn, ist die Batterie kräftig, so erhält auch der Cylinder *b* einen kräftigen Impuls, und die Batterie wird nur in grösseren Zeit-Intervallen in Anspruch genommen. Ist hingegen die Batterie schwach, so legt der Cylinder *b* jedesmal zwar einen kleineren Weg zurück, allein der elektrische Strom functionirt dafür desto öfter. Die Aufwärtsbewegung des Cylinders ist übrigens durch den Stift *t* begrenzt.

Die erforderliche Stromstärke ist gering, etwa 1 bis 2 Leclanché-Elemente; nachdem dieselben übrigens nur alle 5 bis 7 Minuten, und auch hier nur für eine sehr kurze Zeit, in Anspruch genommen werden, so wirkt die Batterie durch geraume Zeit. Die Elemente, in der Regel 2, sind im Uhrkastensockel selbst untergebracht, so dass selbst beim Nachfüllen, das alle 5 bis 6 Monate nöthig wird, der Uhrkasten nicht geöffnet werden muss.

4. Uhr von Barbey.

Bei dieser, von der französischen Ostbahn ausgestellten elektrischen Uhr, welche für die Verwendung auf Eisenbahnzügen, Schiffen etc. construirt wurde, ist das treibende Element eine starke Spiralfeder, welche durch die von 2 Leclanché-Elementen repräsentirte elektrische Kraft, durch eine alle 15 Secunden auftretende Einwirkung in den ursprünglichen, aufgezogenen Zustand zurückgeführt wird.

Es wurde bereits in der Einleitung darauf hingewiesen, dass es bei elektrischen Uhren auch wesentlich darauf ankommt, dass gewisse Bestandtheile, wie

Steigräder etc., nicht zu kräftig in Anspruch genommen werden. Um nun bei der Construction von Barbey die aus der Anwendung von starken Spiralfedern gewöhnlich sich entwickelnden nachtheiligen Folgen zu vermeiden, ist das Federgehäuse nicht, wie üblich, auf der Steigrad-, sondern auf der Stundenachse montirt. Durch diese Disposition war es möglich, eine so kräftige Feder anzubringen, dass die Uhr auch dann, wenn der Strom durch irgend welche Ursachen ausbleiben sollte, die Uhr doch durch einige Tage, wie jede gewöhnliche Federuhr, im Gange erhalten werden kann.

Das regelmässige Aufziehen der Feder geschieht in folgender Weise: Ein mit dem Federgehäuse verbundenes Rad treibt durch ein Getriebe das in der schematischen Skizze, Fig. 198, angedeutete Zahnrad *C*, welches auf einer zur Stundenrad-Achse parallelen Welle montirt ist. Auf den Zähnen des Zahnrades schleift ein Metallhebel *D*, dessen zweiter rückwärtiger Arm in eine Feder endet. Die Schraubenklemme *G* ist mit dem einen, die Drehungsachse des Hebels mit dem anderen Pole der Batterie verbunden, in welchem Stromkreise ferner auch die Drahtspule *A* mit ihren Eisenkernen eingeschaltet ist. Bei der Drehung des Zahnrades *C* wird der Hebel *D* durch die Zähne gehoben, und fällt nach dem Passiren der Zahnspitze auf den nächsten Zahn herab.

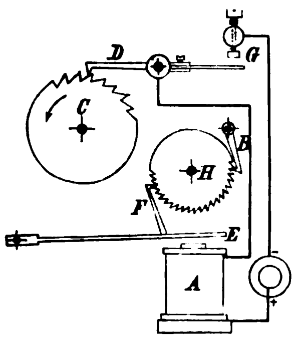


Fig. 198.

In diesem Augenblicke berührt die Feder des Hebels *D* die Contactschraube *G* und der Strom ist geschlossen. Der Elektromagnet *A* zieht den gegenüberstehenden Anker *E* rasch an, und der mit letzterem verbundene Haken *F* zieht das Rad *H* um einen Zahn nach abwärts. Mit dieser Drehung wird die Spiralfeder um einen entsprechenden Theil aufgezogen. Durch die Drehung des Rades *C* wird jedoch der Hebel *D* wieder gehoben und der Strom sogleich unterbrochen. Die Zahntheilung ist so calculirt, dass alle 15 Secunden, somit in ganz regelmässigen Abschnitten, ein Stromschluss erfolgt. Die Hemmung ist nach dem gewöhnlichen Cylindersysteme ausgeführt.

Diese Uhr wird auch für den Dynamometer-Waggon der Eisenbahnzüge verwendet, und ist dazu mit einer Einrichtung versehen, welche von 10 zu 10 Secunden auf dem Papierstreifen des Registrir-Apparates die Zeit durch einen Stift markirt. Der diesbezüglich nöthige Stromschluss einer zweiten Batterie erfolgt in einer ganz ähnlichen Weise, wie beim Aufziehen der Uhr selbst, nämlich durch das Herabfallen eines Hebels über die Zahnspitzen eines Zahnrades, welches durch ein eigenes Getriebe von der Achse des Sturmrades aus bewegt wird.

5. Uhr von Napoli.

Diese sich selbst aufziehende elektrische Pendeluhr besitzt gleichfalls ein Werk, welches durch eine Spiralfeder betrieben, und in regelmässigen Zeitabschnitten von 20 Secunden durch die Einwirkung eines Elektromagnetes und eines Systemes von Sperrhaken aufgezogen wird.

Auf der Steigrad-Achse ist ein Zahnrad *A* (Fig. 199) mit nur drei Zähnen montirt, welches pro Minute eine Umdrehung macht. Auf den Zähnen schleifen zwei neben einander gestellte Hebel *B* und *B'* von verschiedener Länge. Der obere, kürzere, *B*, trägt eine Metallfeder *C*, deren Stellung durch eine Schraube regulirt werden kann. Die Feder ist seitlich so abgebogen, dass das eine Ende über den längeren Hebel zu stehen kommt.

Die Drehungsachsen der Hebel sind je mit einem Pole der Batterie verbunden. Bei der Drehung des Zahnrades *A* fällt zuerst der kürzere Hebel *B* von der Spitze ab, die Feder *C* berührt den Hebel *B'*; der Stromkreis, in welchen auch der Elektromagnet eingeschaltet ist, wird geschlossen, und die Stahlfeder des Uhrwerkes wird aufgezogen. Im nächsten Augenblicke fällt jedoch auch der längere Hebel *B'* ab; damit ist der frühere Zustand wieder hergestellt und der Strom unterbrochen. Durch entsprechende Wahl der Längen-Differenz der beiden Hebel *B* und *B'* ist man im Stande, den Strom beliebig kurze Zeit wirken zu lassen.

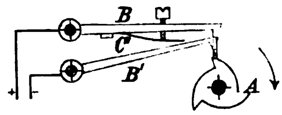


Fig. 199.

6. Uhr von Josef Zimber.

Unter diese Gruppe gehört auch die von der Telegraphenbau-Anstalt in Furtwangen (Baden) ausgestellte Uhren-Construction, bei welcher mit Hilfe eines vertical angeordneten Elektromagneten alle 10 Secunden ein mit dem Federgehäuse verbundenes Sperrrad um einen Zahn verschoben wird, wodurch die Uhr aufgezogen erscheint. Nachdem diese, durch ihren gleichmässigen Gang bekannte Uhren-Construction schon mehrfach beschrieben wurde, soll hierauf nicht weiter eingegangen werden.

7. Sympathisches Zeigerwerk von Andersen und Otzen in Kopenhagen.

Bezugnehmend auf die unter 1. beschriebene Normaluhr (Fig. 193 u. 194), lassen wir jetzt unter Zugrundelegung der Ansicht (Fig. 195) und des Verticalschnittes (Fig. 200) die Beschreibung des Zeigerwerkes folgen.

Auf einer Metallplatte *P* sind 2 permanente Hufeisen-Magnete *A* und *B* so befestigt, dass die ungleichnamigen Pole einander gegenüberstehen. Senkrecht zur Platte *P* sind zwischen den Polen der Magnete zwei weiche Eisenkerne *K* und *K'* angeordnet, welche rückwärts durch einen verticalen Bügel *C* zu einem hufeisenförmigen Körper verbunden sind. Der Verticaltheil *C* ist zwischen zwei Schraubenkörnern eingespannt. Der ganze hufeisenförmige Körper kann sich daher um eine verticale Achse drehen. Die Eisenkerne *K* und *K'* stecken in je einer Drahtspule *G*, *G*, durch deren Windungen der von der Andersen-Otzen'schen Normaluhr gesendete intermittirende Strom so kreist, dass die Enden der Eisenkerne *K*, *K'* entgegengesetzt magnetisch werden. Durchläuft beispielsweise die Drahtspirale ein Strom, welcher in *K* einen Nordpol und in *K'* einen Südpol erzeugt, so ist klar, dass *K* von dem Nordpole des permanenten Magnetes abgestossen, gleichzeitig aber von dem Südpole des permanenten Magnetes angezogen, und sich daher dem letzteren Pole zuwenden wird.

Nachdem bei K' die Pole der permanenten Magnete umgekehrt sind, so wird sich der Südpol K' zum Nordpole des permanenten Magnetes bewegen, also die gleiche Richtung wie K einschlagen. Wie bereits bei der Beschreibung der Andersen-Otzen'schen Normaluhr hervorgehoben, sendet dieselbe Ströme von wechselnder Richtung zu den sympathischen Zeigerwerken. Durch diese Einrichtung erhalten daher die Eisenkerne K, K' wechselnden Magnetismus und wechselnde Bewegungs-Impulse. Den Wechselströmen der Normaluhr entspricht demzufolge eine hin- und hergehende Bewegung der Pole der Eisen-Anker K und K'.

Diese Bewegung wird in folgender Weise auf ein Zahnrad D des eigentlichen Uhrwerkes übertragen: Auf den Eisenkernen K, K' ist je eine Feder E, F befestigt, welche in der Fig. 195 durch schwarze Parallelogramme charakterisirt sind. Diese Federn üben einen schwachen Druck gegen die Achse des Zahnrades D aus, legen sich daher innig gegen die Zähne desselben an und wirken wie Sperrhaken. Bei der gezeichneten Anordnung wird bei jeder Schwingung der Eisenkerne: 1. die eine Feder das Zahnrad D um eine halbe Zahntheilung nach vorwärts schieben, 2. die andere Feder in einen neuen Zahn eingreifen, — die Schwingung der Eisenkerne mag in dem einen oder anderen Sinne erfolgen. Von der Achse des Zahnrades wird die Bewegung in gewöhnlicher Weise auf die Uhrzeiger übertragen. Die Drahtspulen G, G welche die Eisenkerne K, K' umgeben, sind so weit, dass eine genügende Drehung der letzteren ermöglicht ist. Die Bewegung der Kerne K, K' wird durch die Hemmschrauben H, H' begrenzt.

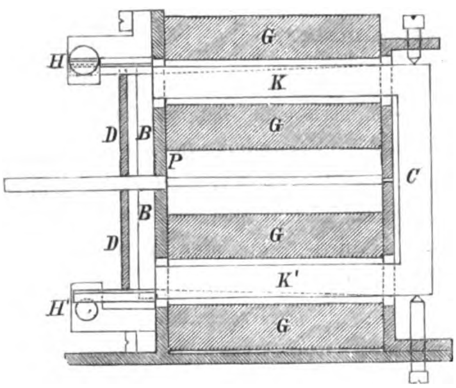


Fig. 200.

Es wurde bereits früher darauf hingewiesen, dass die Anwendung von wechselnden Stromrichtungen bei elektrischen Uhren, welche mit oberirdischen Leitungen betrieben werden, von mannigfachem Vortheile ist. Durch die atmosphärische Elektricität oder eine durch andere Umstände bedingte Inductionswirkung werden nämlich unter gewissen Umständen in den Leitungen Ströme hervorgerufen. Angenommen nun, ein solcher Nebenstrom hätte dieselbe Richtung, wie jener elektrische Strom, welcher von der Normaluhr zuvor gesendet wurde. Der durch die atmosphärische Elektricität oder die Inductionswirkung hervorgerufene Strom wird daher die Eisenkerne K, K' in derselben Weise magnetisiren, wie der bereits von der Uhr gesendete Strom. Eine Bewegung der Anker kann daher nicht stattfinden. Würde aber der Strom der atmosphärischen Elektricität die entgegengesetzte Richtung haben, wie der von der Uhr gesendete, so würden auch die Eisenkerne im entgegengesetzten Sinne magnetisirt werden und dem entsprechend auch eine Bewegung ausführen. Dafür würde aber der nachfolgende Strom aus der Normaluhr seine Arbeit bereits gethan finden und ohne Einfluss bleiben.

Von störendem Einflusse sind Verunreinigungen der Contacte besonders dann, wenn sie sich nur auf einzelne Stellen beschränken. Bei vielen Constructionen

ist nun die Anordnung getroffen, dass der Stromkreis geschlossen ist, wenn zwei Constructionstheile über einander schleifen. Treffen sich nun hiebei zwei reine Stellen des Contactes, so ist der Strom geschlossen, es erfolgt im sympathischen Zeigerwerke der Impuls. Berühren sich aber im nächsten Augenblicke eine reine und eine verunreinigte Stelle, so ist der Strom unterbrochen; um jedoch sofort wieder geöffnet zu werden, wenn wieder zwei reine Stellen sich berühren etc. Man erhält daher statt eines, zwei oder mehr Impulse, welche eine Localuhr, die für gleiche Stromrichtungen construirt ist, jedesmal um einen Zahn weiter schieben und sie daher zum Falschgehen veranlassen. Bei Wechselströmen ist dies schon aus den früher angeführten Gründen nicht möglich.

Aus der vorstehenden Beschreibung der Andersen'schen Localuhr ist wohl klar, dass bei gegebener Pendellänge an der Normaluhr die Zähnezahl des Steigrades in der letzteren und die Zahl der Zähne des Rades *D* der Localuhr in einem gewissen, einfachen Verhältnisse zu einander stehen müssen, wenn die Zeit richtig gezeigt werden soll.

8. Zeigerwerk von Bréguet in Paris.

Bei diesem sympathischen Zeigerwerke wird die Bewegung der Uhrzeiger durch einen um eine horizontale Drehachse schwingenden permanenten Hufeisen-Magnet bewirkt. Die beiden Seitenstäbe des Hufeisens stehen vertical, und das Verbindungsstück bildet die Drehungsachse.

Jedem Magnetpole steht auf zwei Seiten je ein horizontaler Eisenkern gegenüber, welcher von einer Drahtspule in herkömmlicher Weise umgeben ist. Die Drahtwindungen sind so angeordnet, dass unter der Einwirkung des elektrischen Stromes die einander gegenüberstehenden Eisenkerne ungleichnamige Magnetpole erhalten. Die Normaluhr sendet Wechselströme. Circulirt nun im Zeigerwerke der Localuhr ein Strom in einer bestimmten Richtung, so werden die zwei Eisenkerne, welche je einem Pole des permanenten Magnetes gegenüberstehen, magnetisch, und unterstützen sich in Folge der verschiedenen Polarität in ihrer Einwirkung auf den permanenten Magnet, und letzterer wird eine Drehung ausführen. Beim nächsten Stromimpulse ist die Richtung des elektrischen Stromes, demgemäss auch die Polarität der Elektromagnete die entgegengesetzte, und der Hufeisenmagnet dreht sich in entgegengesetzter Richtung. Diese hin- und herschwingende Bewegung des permanenten Magnetes wird durch einen langen Hebel auf das Steigrad und damit in gewöhnlicher Weise auf die Zeiger übertragen.

9. Zeigerwerk von Math. Hipp in Neuchâtel.

In diesem sympathischen Zeigerwerke ist ein vertical stehender, unbeweglicher, sehr kräftiger, permanenter Hufeisenmagnet angeordnet, dessen Südpol die Drehungsachse eines Ankers bildet, welcher in einer horizontalen Ebene schwingen kann. Mit dem Nordpole des Magnetes sind zwei zu einander parallele, in Drahtspulen steckende Eisenkerne verbunden. Der Anker ist sonach südmagnetisch, während die Eisenkerne bei stromloser Spule gleich stark nordmagnetisch sind. Circulirt

jedoch ein Strom in den Spulen, deren Windungen so angeordnet sind, dass die Eisenkerne im entgegengesetzten Sinne magnetisirt werden, so wird in dem einen der Eisenkerne der bereits vorhandene Magnetismus gestärkt, in dem anderen aber geschwächt, und der Anker vollführt eine Drehung nach einer bestimmten Richtung.

Circulirt der nächste Strom in entgegengesetzter Richtung, so wird in Folge der entgegengesetzten Magnetisirung auch der Anker wieder die entgegengesetzte Drehung vollführen. Die Drehbewegungen des Ankers werden mit Hilfe einer Klotzspindel und eines Sperrkegels auf das Steigrad und durch dieses wieder auf das Zeigerwerk übertragen. Die Eisenkerne sind soweit auseinander gerückt, dass der Anker einen ziemlich grossen Bogen bei seinen Schwingungen zurücklegen muss, wodurch ein verlässliches Vorrücken des Zeigerwerkes bei jedem Strom-Impulse gesichert erscheint.

Um ein Anschlagen des hin- und herschwingenden Ankers an die Eisenkerne zu verhindern, sind vor denselben mit Tuch gepolsterte Stifte angeordnet. welche die Bewegungen des Ankers begrenzen und gleichzeitig Stösse unschädlich machen. Durch die Anwendung von Wechselströmen ist sowohl die Construction von Hipp, als jene von Bréguet vor den störenden Einflüssen von Inductionsströmen gesichert.

10. Zeigerwerk von Franz Honisch in Rossitz (Mähren).

Die Einrichtung dieses für gleich gerichtete Ströme construirten sympathischen Zeigerwerkes ist die folgende: Den beiden Elektromagneten *EE* (Fig. 201) gegenüber ist der um die Achse *a* drehbare Anker *ab* angebracht. Derselbe trägt mittelst des Armes *cd* den einarmigen Hebel *ef*, welcher bei *f* seinen Drehungspunkt hat. Mit dem Hebel *ef* ist der Sperrkegel *g* verbunden, welcher den Antrieb des Steigrades vermittelt; ein zweiter Sperrkegel verhindert den Rückgang des Rades. Circulirt der von der Normaluhr gesendete Strom in den Spulen der Elektromagnete *EE*, so wird der Anker angezogen, der Arm *cd* wird gedreht und damit zugleich der Hebel *ef* und der Sperrkegel *g* gehoben. Der letztere gleitet hiebei um einen Zahn nach aufwärts. Beim Aufhören des Stromes kehrt der Anker in die normale Lage zurück und der Sperrkegel *g* schiebt beim Niedersinken des Hebels *ef* das Steigrad um einen Zahn weiter.

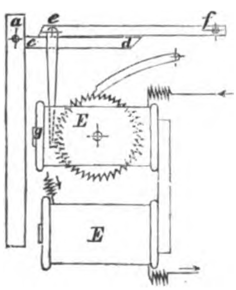


Fig. 201.

Die Anordnung des Ankers in Form eines Pendels gestattet die Anwendung schwacher Ströme. Von diesem Standpunkte aus muss nun auch die Wirkungsweise des Armes *cd* auf den Hebel *ef* hervorgehoben werden. Die Kraft, mit welcher der Anker angezogen wird, ist dem Quadrate der Entfernung von den Magneten umgekehrt proportional. Die ursprünglich geringe Anziehungskraft nimmt also sehr rasch zu, wenn sich der Anker dem Elektromagnete *EE* nähert. Dieser Kraftzunahme entsprechend nimmt jedoch auch die vom Arme *cd* zu überwindende Last zu.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist die Auflagerung des Hebels *ef* eine derartige, dass am Anfange der Ankerbewegung das geringste Moment zu überwinden ist, nachdem der Auflagepunkt sehr nahe dem Drehpunkte *a* gelegen ist. Je mehr sich aber der Anker *ab* dem Elektromagnete nähert, d. h. je mehr die Anziehung wächst, desto näher rückt auch der Unterstützungspunkt des Hebels dem Drehpunkte *f* desselben, und desto grösser wird das zu überwindende Moment. Der Hebel *ef* und der damit verbundene Sperrkegel *g* werden im Zusammenhange mit der steten Verrückung der Auflagepunkte im Anfange sehr langsam und später sehr rasch gehoben. Beim Niedersinken findet das Umgekehrte statt. Dadurch wird einerseits das Pendeln des Ankers verhindert, andererseits ein sicheres Verrücken der Zeiger bei thunlichster Verminderung der Stösse erreicht. Diese sehr einfache Construction gestattet eine sehr günstige Ausnützung der elektrischen Kraft.

Sind eine grössere Anzahl Zeigerwerke zu betreiben, so schaltet Honisch dieselben gruppenweise ein. Die Normaluhr erhält dann so viele Contactstellen und Contactfedern, als Gruppen sind.

Als eine weitere Gattung von Uhren, welche blos durch Elektricität betrieben werden, sind die elektrischen Pendeluhren zu betrachten.

11. Pendeluhren von Math. Hipp in Neuchâtel.

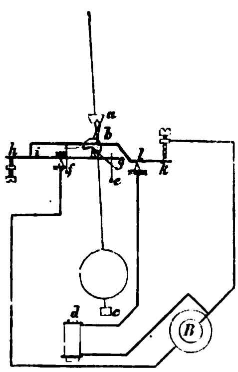
Bei der elektrischen Pendeluhr von Hipp, welche in Fig. 202 schematisch dargestellt ist, wirkt der elektrische Strom in Pausen von verschiedener Dauer, die, wie bei der Pendeluhr von Winbauer, von der Stärke der Batterie abhängig sind.

Aus den Gesetzen der Pendelschwingung ist bekannt, dass die Schwingungsdauer von dem Ausschlage des Pendels unabhängig bleibt, so lange der Elongationswinkel eine gewisse Grösse nicht überschreitet. Ein Pendel, welches durch irgend einen äusseren Einfluss in Bewegung gesetzt wurde, vermindert in Folge der verschiedenen Widerstände successive seinen Ausschlag. Ertheilt man dem Pendel bei gewissen minimalen Schwingungswinkel einen Impuls, so wird der Ausschlag sofort entsprechend der Grösse des Impulses grösser, nimmt aber im gleichen Verhältnisse wie früher bei jeder Schwingung wieder ab. Trotz dieser durchaus verschiedenen Schwingungen und periodisch wiederkehrenden Pendel-Impulse ist die Schwingungsdauer des Pendels doch vollkommen gleich, demnach die Zeitangabe genau, so lange bei der Vergrösserung des Ausschlages ein gewisser Winkel nicht überschritten, oder das Pendel durch das unzeitgemässe Einwirken der Impulse nicht in der Vollendung seines Weges gehindert wird. Das erstere ist für den Betrieb, das letztere für die Construction von Wesenheit.

Bei dem elektrischen Pendel von Hipp erfolgt die Ertheilung eines Impulses dadurch, dass der unter der Pendellinse angebrachte Eisen-Anker *c*, welcher sehr nahe über den Eisenkernen zweier hinter einander stehender Drahtspulen *d* sich bewegen kann, eine kurze Zeit nach der Umkehrung der Pendelschwingung vom Elektromagnete *d* kräftig angezogen wird. Dieses Anziehen des Ankers *c* erfolgt jedoch nur dann, wenn die Schwingungsbögen ein gewisses Minimum erreicht

haben, und hält nur eine sehr kurze Wegstrecke an. Zu diesem Behufe wird von der Uhr, nach der Umkehrung der Schwingungsrichtung des Pendels, selbstthätig ein Stromkreis in folgender Weise geöffnet und geschlossen:

Die Pendelstange ist bei *a* auf eine entsprechende Länge senkrecht gegen die Ebene der Zeichnung abgekröpft, und trägt an dieser Stelle einen Metallkörper *a*, welcher seitlich der Pendelstange einen dreieckigen Einschnitt hat. In einer gewissen Entfernung von der lothrechten Lage des Pendels ist ein um eine Metallschneide schwingender Metallkörper *b*, die sogenannte Palette, angeordnet. Dieselbe hat seitlich je einen geneigten Hebelsarm, mittelst dessen sie im Stande ist, die an kleinen Metallstangen hängenden Kügelchen (Gewichte) *e* und *f* bei den Schwingungen emporzuheben. In der normalen Lage ruhen diese Gewichte *e* und *f* mittelst Querstangen in gabelförmigen Ausschnitten des Hebels *gh*. Wie aus der Skizze ersichtlich, nimmt bei jeder Schwingung der Palettenarm immer nur eines der Gewichte mit in die Höhe, während das zweite in der Ruhelage auf dem Hebel *gh* bleibt. Durch die Einwirkungen dieser kleinen Gewichte werden die Schwingungen der Palette reducirt und eine sichere Führung erzielt. Schwingt nun das Pendel mit genügend grossem Elongationswinkel, so wird die Palettenspitze anstandslos über den Metallkörper *a* und dessen Einschnitt hinweggleiten. In dem Augenblicke jedoch, als die Schwingungswinkel so klein werden, dass der Umkehrungspunkt des Pendels mit der geneigten Palettenspitze zusammenfällt, bleibt letztere in dem dreieckigen Ausschnitte des Körpers *a* stecken. Die Palette, welche auf dem Hebel *gh* montirt ist, wird durch das rückwärts schwingende Pendel nach abwärts gedrückt, das zweite Hebelende wird gehoben und die beiden Hebel *ik* und *gh* berühren sich.


Fig. 202.

Bei dem Fortschreiten der Bewegung wird auch der erstere Hebel gehoben und der Stromkreis ist geschlossen. Die Eisenkerne *d* werden magnetisch und ziehen den Anker *c* unter der Pendellinse, welcher schon vermöge der Pendelschwingung auf dem Wege ist, sich zu nähern, kräftig an. In dem Momente, als sich das Pendel der lothrechten Lage nähert, gleitet die Palettenspitze aus dem Metallkörper *a* heraus, und zwar desto früher, je mehr die Palette *b* von der verticalen Pendellage nach der Seite hin montirt ist.

Ist die Palettenspitze frei, so kehren die Hebel *gh* und *ik* wieder in die ursprüngliche Lage zurück, der Strom ist unterbrochen und die anziehende Wirkung auf den Anker *c* hört in Folge des verschwindenden Magnetismus in den Eisenkernen *d* auf.

Die Stromschlüsse erfolgen bei einem Halbsecunden-Pendel je nach der Stärke der Batterie in 15 bis 40 Secunden; bei längeren Pendeln in noch grösseren Intervallen. Dabei ist der Gang der Uhr aus den gleichen Gründen, wie sie gelegentlich der Beschreibung der Uhr von Winbauer angegeben wurden, innerhalb gewisser Grenzen von der Stärke der Batterie unabhängig.

Um die Bildung von Funken in Folge Auftretens der Extraströme beim Oeffnen und Schliessen des Stromkreises und die dadurch herbeigeführte Verunreinigung der Contactstellen zu verhüten, sind Vorkehrungen für den kurzen Schluss der Batterie angeordnet. In dem Augenblicke nämlich, als die Palette niedergedrückt und dadurch das Hebelende *h* gehoben wird, findet zwischen den Hebeln *ik* und *gh* bei *i* eine Berührung statt, ohne dass der Contact bei *k* unterbrochen wäre. In Folge dessen ist der kurze Stromschluss hergestellt und der Strom circulirt vom positiven Batteriepole über *k*, *i*, *m* zum negativen Pole. Wird die Palette im Laufe der Pendelschwingung noch mehr nach abwärts gedrückt, so wird das Hebelende bei *i* gehoben, der Contact bei *k* unterbrochen und der Strom circulirt jetzt in folgender Weise: Positiver Batteriepol, Spule, Schneide *l*, *i*, Schneide *m*, negativer Pol der Batterie. Tritt die Palette *b* aus dem Metallkörper *a* heraus, so sinken die Hebel, und es wird zuerst der Contact bei *k* und damit der kurze Batterieschluss hergestellt; weiter wird der Contact bei *i* und damit die Stromleitung unterbrochen.

Das Pendel hängt in gewöhnlicher Weise an einer Feder und trägt den Graham'schen Anker, welcher, unterstützt durch einen Sperrkegel, bei jeder Schwingung das Steigrad um einen Zahn vorwärts schiebt. Durch die Bewegung der Steigradachse erfolgt der Betrieb der weiteren Räder des Uhrwerkes. Die Drehung der Hebeln und der Palette erfolgt auf Schneiden; damit entfällt das Oelen und die einzelnen Theile functioniren sicherer.

Es muss an dieser Stelle hervorgehoben werden, dass die Hipp'schen Uhren zu den besten und den verlässlichsten Constructionen gehören, und die ausgestellt gewesenen Werke den bisherigen ausgezeichneten Leistungen dieser Firma angeschlossen werden können.

12. Regulator von Math. Hipp in Neuchâtel.

In der nach vielfacher Richtung interessanten Exposition dieses Ausstellers war auch ein ausserordentlich präcis gearbeitetes Pendel zu bemerken, welches für genaue Zeitangaben bestimmt ist. Es gehört zu jener Gruppe von elektrischen Uhren, welche selbst blos durch den elektrischen Strom betrieben werden und ausserdem in gewissen Zeit-Intervallen noch einen Strom in einem zweiten Stromkreise circuliren lassen.

Die Uhr ist in einem luftdicht geschlossenen Glasgefässe montirt, aus welchem bis zu einem gewissen Grade die Luft ausgepumpt ist. Der Luftdruck im Innern des Gefässes kann durch eine beigegebene Barometerprobe controlirt werden. Mit dieser Art der Montirung ist zunächst beabsichtigt, die Schwingungen des Pendels vom variablen Luftdrucke und gewissen Temperatur-Einflüssen mehr weniger unabhängig zu gestalten und den Luftwiderstand bei den Pendelschwingungen zu reduciren. Wenngleich die variablen Barometerstände im Allgemeinen nur von geringem Einflusse sind, so wird doch angegeben, dass sich diese Einflüsse bis auf $^1/_{100}$ Secunde pro Tag erstrecken. Ist dieser Zeitabschnitt zwar an und für sich gering, so darf doch nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Summe dieser Differenzen bei Normaluhren überhaupt in's Gewicht

fallen muss. So gehen beispielsweise Regulatoren bis auf $^1/_{10}$ Secunde pro 24 Stunden genau, und bei gewissen Normaluhren der Schweiz erfolgt die Regulirung bis $^1/_{61}$ Secunde pro Tag.

Das in Rede stehende Pendel hatte kein eigentliches Zeigerwerk. Es besteht aus zwei in einiger Entfernung von einander angeordneten Stahlstangen, welche durch 4 kurze Querstücke mit einander verbunden sind. Hievon trägt das unterste nebst der üblichen Spitze einen mit Quecksilber gefüllten Glascylinder, der als Compensations-Vorrichtung wirkt. Mit dem obersten Querstücke ist die zur Aufhänge-Vorrichtung gehörige Stahlfeder verbunden.

Die angewendeten Mechanismen theilen sich in zwei Gruppen. Hievon ist die eine für den eigentlichen Pendelbetrieb, die zweite für das Schliessen und Oeffnen eines zweiten Stromkreises bestimmt, durch welchen anderweitige Apparate betrieben werden sollen. Das Princip, nach welchem der continuirliche Betrieb des Pendels hergestellt wird, ist dasselbe, wie bei der bereits beschriebenen Hipp'schen Pendeluhr; nur sind die Elektromagnete und der zugehörige Eisen-Anker nicht unterhalb der Pendellinse, sondern ungefähr in der Mitte der Pendelstange angebracht. Die Eisenkerne stehen ferner nicht parallel, sondern senkrecht zur Ruhelage des Pendels.

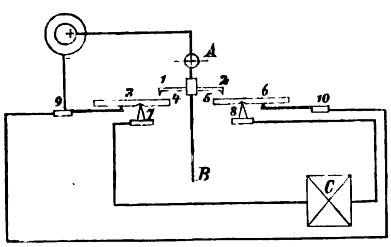


Fig. 203.

Die Contact-Vorrichtungen für die Absendung der Wechselströme, für den Betrieb der sympathischen Zeigerwerke u. dgl. sind in Fig. 203 schematisch dargestellt. Unmittelbar unter dem Aufhängepunkte *A* der nur mit einer Linie angedeuteten Pendelstange *B* sind zwei Querarme 1 und 2 mit breiten Platin-Contacten befestigt. Unter jedem der Arme befindet sich je ein gleichfalls mit Platin-Contacten versehener dreiarmiger Hebel 3, 4 und 5, 6. Diese ruhen einerseits auf den Stahlschneiden 7, 8, anderseits auf durch Stellschrauben genau regulirbaren Federn 9 und 10. Die Stromleitungen für die Zeigerwerke *C* schliessen an die Metallkörper der Drehschneiden 7 und 8; jene für den kurzen Schluss zur Verhütung der Funkenbildung in Folge Auftretens der Extraströme schliessen bei den Schraubenklemmen der Federn 9 und 10 an. Der positive und der negative Batteriepol sind mit der Aufhänge-Vorrichtung *A* des Pendels, respective mit der Feder 9 verbunden.

Ist das Pendel in der Ruhelage, so berühren die Schneiden der Arme 1 und 2 die darunter befindlichen Hebel 4 und 5 nicht, jedoch werden durch das Hin- und Herschwingen des Pendels abwechselnd die Contacte bei 1 und 2 hergestellt; dagegen jene 3 und 6 durch das Abheben der betreffenden Hebelarme von den Federn 9 und 10 unterbrochen. Ist das Pendel bei seinen Schwingungen rechts von der lothrechten Lage, so sind die Contacte bei 2 und 3 unterbrochen; dagegen erfolgt auf der anderen Seite Stromschluss und der Strom circulirt wie folgt: Vom positiven Pole der Batterie nach dem Aufhängepunkte *A*, Contact 1, Drehschneide 7, durch die sympathischen Zeigerwerke *C*, Drehschneide 8, Feder 10 über 9 zum negativen Pole. Ist das Pendel links von der lothrechten Lage,

so sind die Contacte 1 und 6 unterbrochen und man hat folgenden Stromweg: Positiver Batteriepol, Aufhänge-Vorrichtung *A*, Contact 2, Drehschneide 8, durch die Zeigerwerke *C*, Drehschneide 7, Contact 3, Klemme 9 zum negativen Pole der Batterie. Der Strom hat also beim zweiten Stromschlusse in den Zeigerwerken die entgegengesetzte Richtung, wodurch der bereits mehrfach hervorgehobenen Einwirkung der Influenzströme und Verunreinigung der Contacte auf die Zeigerwerke vorgebeugt wird.

Zur Verhütung der Funkenbildung erfolgt jedesmal, und zwar vor dem Schliessen und Oeffnen des grossen Stromkreises, ein kurzer Schluss. Ist nämlich das Pendel rechts von der verticalen Lage, so wird zuerst eine Berührung bei 1 und einen Augenblick später erst ein Unterbrechen der Contactstelle bei 3 eintreten. Der Strom findet daher vor der Unterbrechung bei 3 einen Schluss bei 1 und circulirt von *A* über 1, 3, 9 nach dem negativen Pole. Das gleiche findet beim Rückschwingen, also vor der gänzlichen Unterbrechung des Stromes statt. Ist das Pendel nach links geneigt, so geht wieder der Unterbrechung des Contactes bei 6 eine Berührung bei 2 voraus, und der Strom nimmt seinen Weg vom positiven Pole über *A* nach 2, 6, Klemme 10, Klemme 9 zum negativen Pole. Erst beim Fortschwingen des Pendels in der gleichen Richtung findet ein Niederdrücken des einen Hebelendes bei 5 und somit ein Abheben des zweiten Armes bei 6, also eine Unterbrechung des Contactes statt. Der gleiche Vorgang, nur in umgekehrter Richtung, wiederholt sich beim Rückschwingen des Pendels.

Für gewöhnliche Zwecke sind von Hipp zum Betriebe der Zeigerwerke die früher beschriebenen Pendel (Construction Hipp) mit einer Schalt-Vorrichtung combinirt angewendet worden. Hervorgehoben muss jedoch werden, dass Hipp dort, wo es sich um den Betrieb einer grösseren Zahl von Uhren handelt, letztere nicht in einem, sondern in mehrere Stromkreise einschaltet. Man hat in der Praxis dann gewöhnlich den Vortheil schwächerer Batterien, und ausserdem bleiben, selbst für den Fall einer Störung in einem Stromkreise, doch die übrigen Uhren im ungestörten Betriebe. Die Normaluhr schaltet dann die Stromkreise der Reihe nach ein.

Hipp hat bei neueren Ausführungen, z. B. bei der Berliner Stadtbahn, auch die Einrichtung getroffen, dass die einzelnen Gruppen sympathischer Zeigerwerke von je einer Normaluhr betrieben und dass immer die Normaluhren von einer Centraluhr regulirt werden. Diese Eintheilung wird sich namentlich dort empfehlen, wo einzelne Uhrengruppen in bedeutender Entfernung von der Centralstelle liegen.

13. Pendeluhr von Franz Honisch in Rossitz (Mähren).

Für den continuirlichen Betrieb des Pendels verwendet Honisch eine Vorrichtung, die früher, beziehungsweise im Principe noch jetzt, bei den Hipp'schen Pendeluhren angewendet wurde.

Die Pendelstange (Fig. 204) trägt ebenfalls unterhalb der Linse einen Eisenanker *i*, welcher in der lothrechten Lage möglichst nahe über den Eisenkern der Spule *k* hinwegschwingt. Die gegenseitige Einwirkung ist die gleiche, wie sie bei der Construction von Hipp im Detail geschildert wurde.

Das periodische Oeffnen und Schliessen des Stromes erfolgt wieder im Momente des minimalen Ausschlages des Pendels durch die Einwirkung einer Palette *b* auf einen dreieckigen Metallkörper *a*, welcher ungefähr in der Mitte der nicht abgekröpften Pendelstange befestigt ist. In den Klemmen *g* und *h* sind zwei schwache Metallfedern *fh* und *gd* angeordnet, welche in der Ruhelage auf den Schrauben *e* und *f* aufliegen. Die Palette *b*, ein Metallkörper in Form eines flachen Keiles, ist mit einer schwachen Feder an die untere der oberwähnten beiden Federn, seitlich von der verticalen Stellung des Pendels befestigt. In dem Metallkörper *a* ist, entsprechend der Palettenspitze, ein Einschnitt angebracht. Bei kräftigen Pendelschwingungen gleitet die Palette über den Metallkörper *a* hinweg. Dieses Manöver erfolgt jedoch nicht mehr bei kleineren Ausschlagwinkeln, wo der Metallkörper *a* mit einer kleinen Geschwindigkeit die Palette trifft; letztere wird dann bei der Schwingung mitgenommen und stemmt sich in dem Ausschnitte des Körpers *a* (Fig. 205). Das in seiner Schwingung fortschreitende Pendel hebt die Palette und die damit verbundene Feder *gd* in die Höhe. Letztere berührt die Feder *fh* und hebt schliesslich diese selbst von der Contactschraube *f* ab. In diesem Augenblicke hat das Pendel bereits seinen Rückweg angetreten. Durch das Abheben der oberen Feder von der Contactschraube wird jedoch die Spule in den Stromkreis eingeschaltet; der Eisenkern ist magnetisch, das Pendel erhält einen neuen Impuls und schwingt nun wieder mit einem grösseren Ausschlage, der indess nach dem bereits citirten Pendelgesetze ohne Einfluss auf die genaue Zeitangabe bleibt.

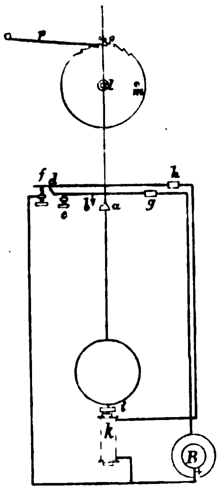


Fig. 204.

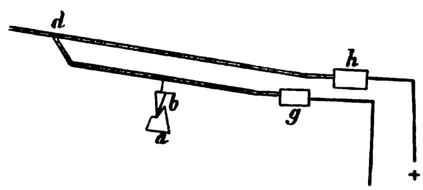


Fig. 205.

Wie erwähnt, wird durch das Heben der Palette zuerst die Feder *gd* bei *d* mit der Feder *hf* in Berührung gebracht.

In Folge der in Fig. 204 angedeuteten Schaltungsweise erfolgt ein kurzer Stromschluss, und zwar circulirt der Strom vom positiven Pole zur Klemme *f*. Contact *d* über die Feder *dg*, zum negativen Pole. Werden nun bei dem Fortschreiten der Pendelschwingung beide Federn gehoben, so wird der Contact bei *f* unterbrochen und der Strom circulirt jetzt durch die Spule, dann über *h*, *d* und *g* zum negativen Pole. Beim Rückschwingen des Pendels findet wieder zuerst der kurze Schluss und dann erst die Unterbrechung des Stromes durch die Aufhebung des Contactes bei *d* statt. Damit ist jede Funkenbildung vermieden.

Für gewöhnliche Uhrwerke ist diese einfache und sehr zweckmässige Construction vollkommen ausreichend. Der Grund, warum Hipp diese Construction

bei den neueren Uhren nicht anwendete, liegt darin, dass durch die selbständigen Schwingungen der Palette der Gang des Pendels selbst etwas beeinträchtigt wird.

Für das Oeffnen und Schliessen des zweiten Stromkreises ist an der Pendelstange ein Zahnrad bei *l* angebracht, welches die Pendelschwingungen mitmacht. Ein Sperrkegel *o* oder eine ähnlich wirkende Vorrichtung fixirt die Lage des Zahnrades. Bei *p* ist eine Feder als zweiter Sperrkegel angeordnet, welcher in entsprechender Weise fixirt ist. Schwingt das Pendel nach rechts, so weicht auch das Zahnrad nach rechts aus, und die Feder gleitet über einen Zahn hinweg. Schwingt dann das Pendel und mit ihm das Zahnrad nach links, so schiebt der feststehende Sperrkegel *p* das Rad um einen Zahn weiter.

Parallel mit der lothrechten Pendellage, rechts und links von derselben, sind zwei Hebel als Contact-Vorrichtungen angebracht. Auf dem Zahnrade ist weiters ein Stift *m* befestigt, welcher bei der Drehung des Rades an beiden Hebeln abwechselnd streift und sie bei Seite schiebt. Dadurch wird jedesmal der Strom geschlossen und den sympathischen Zeigerwerken ein Impuls ertheilt.

14. Regulator von Auguste Joly in Ligneil.

Joly hat bei seinem Regulator statt der Pendellinse zwei entsprechend mit Quecksilber gefüllte cylindrische Glasgefässe angebracht. Die metallische Pendelstange hat am oberen Ende die übliche, als Aufhänge-Vorrichtung dienende Feder, welche jedoch noch weiter nach oben reicht und durch eine Abreissfeder *d* zurückgezogen wird (Fig. 206). Oberhalb des Drehpunktes *b* des Pendels ist ein Eisen-Anker *bc* angeordnet, welchem zwei Elektromagnete *f*, *g* gegenüberstehen. Mit der Pendelstange ist ein mehrfach gebogener Hebel in Verbindung, dessen Spitze *h* ein mit Quecksilber gefülltes Näpfchen *i* gegenübersteht.

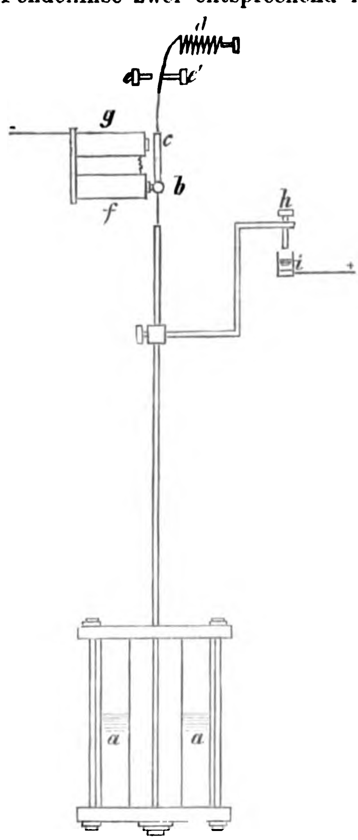


Fig. 206.

Das letztere ist mit dem einen, die Spulen der Magnete mit dem anderen Batteriepole in Verbindung. Ist das Pendel in Bewegung, so wird jedesmal beim Schwingen nach links die Spitze *h* des Hebels in das Quecksilber tauchen und der Strom wird geschlossen, in Folge dessen der Anker *bc* und damit die über das Pendel hinausragende Feder nach links gezogen. Schwingt das Pendel zurück, so verlässt die Spitze *h* das Quecksilber, der Strom ist unterbrochen und die erwähnte Feder wird durch die Abreissfeder *d* zurückgezogen.

Zwei Stellschrauben *e* und *c'* begrenzen die Bewegung der Feder. Diese einfache Vorrichtung, welche unabhängig von der Stromstärke wirken soll, hat jedoch den

Nachtheil, dass schliesslich die Oberfläche des Quecksilbers sich mit einer Staub- und Oxydschichte überzieht, welche selbst beim tiefen Eintauchen der Spitze *h* Störungen hervorrufen kann und bei dem exponirten Regulator auch hervorgerufen hat.

15. Elektrisches Pendel von B. Egger in Wien.

Eine eigenthümliche Methode, einem schwingenden Pendel durch die Einwirkung des elektrischen Stromes regelmässige Impulse zu ertheilen und dadurch einen ununterbrochenen Gang zu ermöglichen, war bei der von der Firma B. Egger in Wien exponirten elektrischen Pendeluhr angewendet worden. Die Pendellinse hat bei dieser Construction die Form eines Ringes; in demselben ist in der Verlängerung der Pendelstange ein Magnet so angeordnet, dass er sich um eine horizontale und zur Pendel-Schwingungsebene senkrechte Achse, und zwar um sein unteres Ende drehen kann. Der Magnet ist daher bei seiner lothrechten Stellung im labilen Gleichgewichte. Innerhalb des Ringes sind ferner rechts und links vom permanenten Magnete je ein Elektromagnet in horizontaler Lage und parallel zur Pendel-Schwingungsebene befestigt. Der permanente Magnet und die Elektromagnete machen somit als Bestandtheile der Linse die Schwingungen mit. Nahe am Aufhängepunkte des Pendels sind die Contact-Vorrichtungen angeordnet, so zwar, dass abwechselnd der positive und negative Pol der Batterie eingeschaltet werden, und in den Spulen der Elektromagnete Ströme mit abwechselnder Richtung circuliren. Demnach wechseln auch die Pole der Elektromagnete mit jedem Stromschlusse. Die Windungen der Spulen sind ferner so ausgeführt, dass die einander zugekehrten Pole stets ungleichnamig sind, und sich daher in ihrer Einwirkung auf den permanenten Magnet unterstützen. Angenommen nun, das obere, schwingende Ende des permanenten Magnetes sei ein Nordpol und derselbe sei nach rechts geneigt. Schwingt nun das Pendel nach rechts, so wird im Momente, wo der Umkehrungspunkt der Schwingung erreicht ist, der Strom geschlossen; dem permanenten Magnete ist nun rechts der Nordpol, links der Südpol der Elektromagnete zugekehrt. Der permanente Magnet wird sich daher von rechts nach links drehen; dadurch wird plötzlich der Schwerpunkt in der Pendellinse nach links verrückt, und das Pendel erhält gleichsam einen Stoss nach links. Beim Schwingen nach links findet in Folge der Einschaltung des entgegengesetzten Stromes das Umgekehrte statt, das Pendel erhält wieder beim Rückschwingen einen neuen Impuls u. s. w.

Von Wesenheit ist es, dass, ähnlich wie bei der Pendel-Construction von Hipp, Honisch etc., der Impuls erst nach der Aenderung der Schwingungsrichtung erfolgt, und die Masse des permanenten Magnetes im richtigen Verhältnisse zur Pendellänge, dem Uhrwerke etc. steht. Die Stärke der Batterie und die Stösse, welche durch das Auffallen des permanenten Magnetes auf die Hemmstangen entstehen, sollen nach den erhaltenen Angaben auf den genauen Gang der Uhr ohne Einfluss sein. Bei der exponirten Uhr war leider die Situation derselben eine sehr ungünstige, so dass bei jedem Impulse beträchtliche Schwingungen auftraten, die in dem Gange der Uhr ihren Ausdruck fanden. Ob und inwieweit

dieselben etwa auf Rechnung des Bewegungs-Principes selbst zu setzen seien, das konnte nicht constatirt werden. Die Uhr betrieb ferner mehrere sympathische Zeigerwerke, über deren nähere Construction indess nichts bekannt geworden ist.

II. Uhren mit selbständigem Gangwerke und elektrischer Corréctur.

Abgesehen von den in den einleitenden Bemerkungen angeführten Gründen, welchen speciell dieses System einen Theil seiner Anwendung verdankt, sind die hieher gehörigen Constructionen auch aus dem Grunde von Wichtigkeit, weil häufig mit dem Bestreben der einheitlichen Regulirung der Uhren auch die Absicht verbunden wird, die vorhandenen Constructionen thunlichst zu benützen. Im Allgemeinen stehen zur Erlangung einer gleichen Zeitangabe bei Uhren mit selbständigem Gangwerke zwei Wege zu Gebote. Entweder man stellt in bestimmten Zeitabschnitten die Zeiger durch die Intervention einer Normaluhr auf elektrischem Wege richtig (Stundensteller), oder man greift regulirend auf das Gangwerk der Uhr selbst ein (Werk-Correctur).

Jede dieser Constructionen war auf der Ausstellung blos durch eine einzige Type vertreten; die estere durch Bréguet, letztere durch die französische Ostbahn.

16. Stundensteller von Bréguet in Paris.

Derselbe hat ein zweifaches Werk, und zwar eines, welches den Betrieb der Uhr vollführt, und ein zweites, welches speciell die Richtigstellung der Zeit besorgt, wenn es im entsprechenden Momente durch den elektrischen Strom ausgelöst wird. Die mechanische Einrichtung für den letzteren Zweck ist folgende: Mit dem Minutenzeiger ist hinter dem Zifferblatte ein zweiter kurzer Zeiger fest verbunden. An passender Stelle sind zwei in einander greifende und von einem besonderen Werke betriebene Zahnräder angeordnet, welche je einen Stift tragen. Steht der Minutenzeiger in der Nähe des Zeichens XII des Zifferblattes, so ist der kurze Zeiger hinter dem Zifferblatte in dem Bereiche der Wirkungssphäre der erwähnten beiden Stifte. Wird nun zur richtigen Zeit durch die Normaluhr ein Strom gesendet, so gerathen die zwei Zahnräder des Regulirwerkes in Bewegung, die beiden Stifte derselben nehmen den kurzen Zeiger in ihre Mitte und stellen den Minutenzeiger dadurch genau auf XII. Die Uhr ist somit gerichtet. Beim fortgesetzten Drehen der Zahnräder verlassen die Stifte wieder auf beiden Seiten symmetrisch den kurzen Zeiger, und werden in einer bestimmten Stellung durch Sperrhaken arretirt, während die Uhr im gewöhnlichen Gange weiter betrieben wird. Die Auslösung der Sperrhaken geschieht unter Intervention eines Elektromagnetes; das Feststellen der Zahnräder, nachdem sie genau eine Umdrehung vollführt, erfolgt selbstthätig. Das Betriebs- und Regulirwerk muss wie bei gewöhnlichen Uhren aufgezogen werden.

17. Elektrische Uhr der französischen Ostbahn.

Bei dem zweiten der angegebenen Wege für die Regulirung von Uhren wird regulirend auf das Werk, beziehungsweise auf das Pendel eingegriffen. Schon Steinheil hat versucht, zwei Pendel durch die Einwirkung von Elektromagneten zu gleichen Schwingungen zu veranlassen. Diese Methode setzt jedoch voraus, dass der Unterschied in der Pendellänge nicht bedeutend ist; sie gestattet ferner auch, nur geringe Zeitdifferenzen auszugleichen. In neuester Zeit wurde diese Methode von Hipp bei der Regulirung der Normaluhren auf den Stationen der Berliner Stadtbahn mit gewissen Modificationen zur Anwendung gebracht.

Von der französischen Ostbahn waren Uhren exponirt, durch welche das Princip, nach welchem auf dem Bahnhofe in Paris die Uhrenregulirung erfolgt, zur Anschauung gebracht wurde.

Der Werth dieses Systemes liegt darin, vorhandene Pendeluhren ohne besondere Schwierigkeiten für die elektrische Regulirung einrichten zu können, d. h. ohne das Uhrwerk selbst abändern zu müssen; es wird nur der in Fig. 207 skizzirte Apparat hinzugefügt. Es muss hier vorausgeschickt werden, dass der Antrieb des Pendels in herkömmlicher Weise mit Hilfe einer Gabel *F* erfolgt, welche mit dem Echappement verbunden ist. Wird die Gabel fest gehalten, so kann das Pendel weiter schwingen, ohne dass jedoch diese Schwingungen sich auf das Werk selbst übertragen. Im Wesentlichen beruht nun das angewendete Princip darauf, dass die einzelnen Uhren so eingerichtet sind, dass sie gegen die Normaluhr um ein bestimmtes Mass vorauseilen, und dass die Normaluhr die Localuhren von Zeit zu Zeit um die Grösse dieses Voreilens arretirt. Die einzelnen Localuhren gehen jedoch in Folge der ungleichen Pendellänge etc. nicht im gleichen Masse voraus. Die Normaluhr darf daher jede einzelne Uhr nur um die Grösse ihres speciellen Vorausgehens arretiren; sie erreicht aber die gleiche Zeitangabe dadurch, dass sie die arretirten Pendel zu gleicher Zeit frei lässt.

Zu diesem Zwecke ist in jeder Localuhr ein Anker *C* und ein Elektromagnet *E* angebracht. Der Anker setzt durch einen Hebel *V* einen kupfernen Hebel *A* in Bewegung, durch dessen Eingreifen dann die Gabel *F* arretirt wird. Der Anker *C* und der Hebel *A* können jedoch nur dann in Function treten, wenn der Hebel *D* den Zahn der Schnecke *L* passirt hat und in jene Lage gekommen ist, wie ihn die Skizze darstellt.

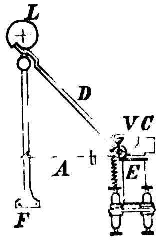


Fig. 207.

Die Schnecke *L* ist auf der Achse des Minutenrades montirt, und zwar derart, dass der Zahn genau mit der Anfangstellung der Zeiger übereinstimmt. Die Normaluhr sendet nun 30 Secunden vor der richtig zu stellenden Zeit einen anhaltenden Strom. Angenommen, dass die Localuhr nicht um 30 Secunden vorauseilt, so kann der Anker *C* nicht angezogen werden, weil der Hebel *D* den Zahn der Spirale noch nicht passiren konnte. Das Pendel schwingt daher ungestört weiter. Geht nun beispielsweise die Localuhr um nur 20 Secunden voraus, so wird 10 Secunden nach dem Auftreten des Stromes der Hebel *D* über den Spiralzahn passiren, der Anker *C* wird angezogen, die Gabel *F* und damit das

Uhrwerk arretirt. Nach weiteren 20 Secunden hört der Strom auf, der Eisen-Anker und der Hebel A treten zurück und das Pendel greift wieder treibend auf das Werk ein. Die Uhr blieb somit 20 Secunden, d. h. genau um das Mass ihres Voreilens, aufgehalten, und ist somit nun richtig gestellt.

Würde irgend eine Localuhr ausnahmsweise um mehr als 30 Secunden vorausgeeilt sein, so ist der Hebel D im Momente des Eintreffens des Stromes bereits über den Spiralzahn passirt, und die Uhr wird während der ganzen Pause von 30 Secunden arretirt bleiben. Der Ueberschuss über 30 Secunden muss dann bei der nächsten Periode eingebracht werden.

III. Elektrische Controluhren.

Eine sehr weitgehende Vervollkommnung der Controluhren ist durch Anwendung des elektrischen Stromes eingeführt worden; es ist damit möglich, die einzelnen Wachposten von einer Centraluhr aus überwachen zu können.

18. Controluhr von Bréguet in Paris.

Diese bei der Pariser Feuerwehr in Verwendung stehende Construction hat den Zweck, den Zeitpunkt der verschiedenen Feueranzeigen seitens der einzelnen Posten zu markiren. Von einer mit Federkraft betriebenen Uhr wird ein Papierstreifen abgewickelt, auf welchem die Zeit durch die Uhr markirt wird. Jedem einzelnen Feuerwehrposten entspricht eine Colonne auf diesem Papierstreifen. Wird nun zum Zwecke einer Feueranzeige der elektrische Strom geschlossen, so wird in der Controluhr der betreffende Elektromagnet in Bewegung gesetzt, und durch diesen auf dem mit der Zeiteintheilung bereits versehenen Papierstreifen der Zeitpunkt der Feueranzeige fixirt.

19. Controluhr der französischen Ostbahn, System Napoli.

Von der französichen Ostbahn wurde ein seit dem Jahre 1874 auf dem Pariser Bahnhofe functionirender Controlapparat für Wächter ausgestellt. Diese Construction, in ihren wesentlichen Angaben von Napoli herrührend, zeichnet sich dadurch aus, dass sie, obwohl für eine grössere Anzahl von Controlpunkten bestimmt, dessenungeachtet eine einfache Construction aufweist, und ein sicheres Ablesen der Meldungen auch dann gestattet, wenn gleichzeitig von mehreren Posten Meldungen einlaufen. Die wesentlichen Bestandtheile sind in Fig. 208 dargestellt. Die Controltasten, I, II, III etc. sind in Wirklichkeit auf jenen Punkten vertheilt, von welchen aus die Meldungen erfolgen sollen. Sie sind durch eine gemeinsame Drahtleitung mit dem positiven Batteriepole verbunden. Von jeder Taste führt ferner eine Drahtleitung zur Controluhr und endet dort in einem Metallstreifen. Diese sind in der Zeichnung mit 1, 2, 3, ... bezeichnet und parallel neben einander aufgestellt. Von einem Uhrwerke, welches durch Federkraft in Thätigkeit erhalten bleibt, wird ein Papierstreifen BB' mit gleichmässiger Geschwindigkeit zwischen den entsprechend langen Walzen C' und E

hindurch gezogen. Auf diesem Streifen *BB'* wird durch das Uhrwerk selbstthätig die Zeit in Stunden, Minuten etc. aufgedrückt. Auf diesem Papierstreifen werden nun durch die eigentliche Controluhr die Meldungen der einzelnen Wächterstationen und zwar an jenen Stellen markirt, welche genau der Zeit der Meldung entsprechen. Zu diesem Zwecke ist die Scheibe *D'* angeordnet, welche mit der Walze *C'* fest verbunden ist. Beide machen, angetrieben von einem Uhrwerke, jedesmal eine volle Umdrehung, sobald der Sperrhaken, welcher sich gegen die Klinke *f* stemmt, ausgelöst wird. Der Ruhestellung der Scheibe entsprechend ist ein Metallstreifen *N* auf derselben befestiget; auf diesem Streifen schleifen die Metall-Lamellen 1, 2, 3, . . . etc. Ueber die Fläche des Rades sind

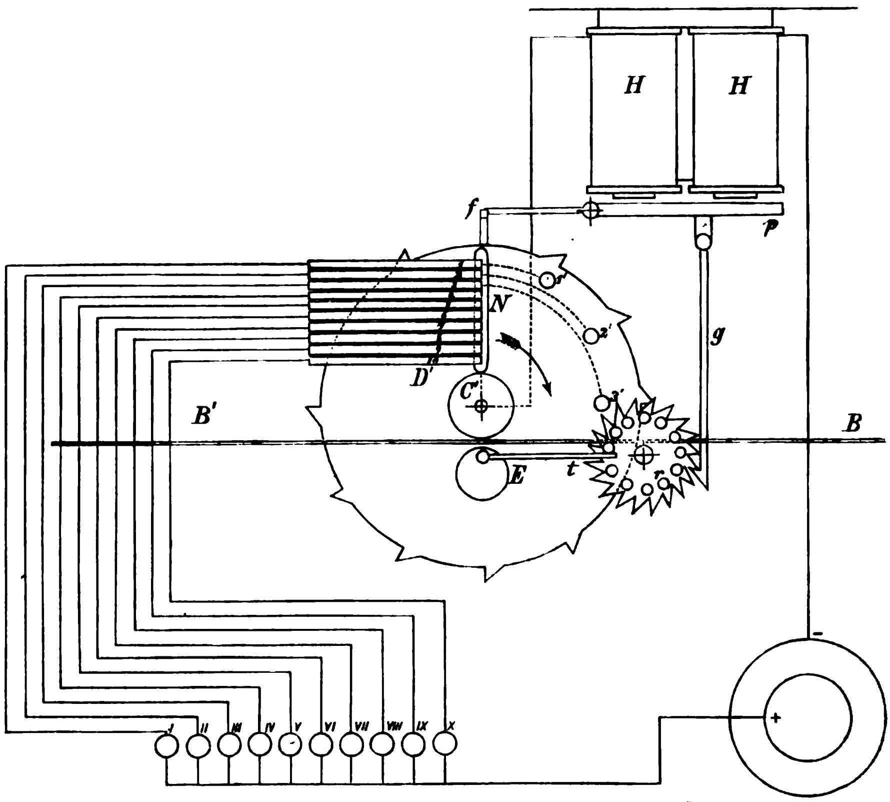


Fig. 208.

in regelmässigen Abständen ebenso viele Knöpfe 1', 2', 3' etc. vertheilt, als Lamellen angebracht wurden, und zwar sind die Knöpfe so angebracht, dass bei der Drehung der Scheibe der Knopf 1' die Lamelle 1; Knopf 2' die Lamelle 2 berühren, u. s. w.

Bei der Benützung wirken die einzelnen Theile des Apparates in folgender Weise: Wird z. B. Taste V niedergedrückt, so ist bei der in der Fig. 208 angedeuteten Schaltungsweise der Strom geschlossen, u. zw. circulirt derselbe vom + Batteriepol zur Taste V, zur Lamelle 5, über den Metallstreifen *N* zur Drehungsachse der Scheibe *D'*, durch die Spulen der Elektromagnete zur Batterie

zurück. In Folge des Stromschlusses ziehen die Elektromagnete H, H den Anker p an, der Sperrhaken verlässt die Klinke f, und die Scheibe D' vollführt eine Umdrehung. In dem Augenblicke jedoch als der Metallstreifen N die Lamellenspitzen verlässt, ist die Stromleitung unterbrochen. Durch das Anziehen des Ankers wurde vermöge des Sperrhakens g auch das Zahnrad r um einen Zahn weiter geschoben; an dem Umfange des Zahnrades sind Stifte vertheilt, durch welche der Hebel t regiert wird. Bei dem Weiterdrehen der Scheibe D' schleift auch zu einem gegebenen Zeitpunkte der Knopf 5′ an der Lamelle 5 vorüber. Nachdem jeder der Knöpfe mit der Achse leitend verbunden ist, so ist in diesem Augenblicke neuerdings der Strom geschlossen, wodurch der Anker p angezogen und das Zahnrad r wieder um einen Zahn weiter verschoben wird. Dadurch wird der Hebel t ausgelöst und die excentrische Walze E durch das Uhrwerk fest an die Walze C' angedrückt. Auf der Walze C' sind in einer Schraubenlinie die Zeichen für die einzelnen Posten derart angeordnet, dass in dem Augenblicke, als Knopf 1′ unter der Lamelle 1 sich befindet, das Zeichen für den Posten I gerade an der tiefsten Stelle der Walze C' ist, etc. Nachdem Walze C' und Scheibe D' fest miteinander verbunden sind, wird auch für den vorliegenden Fall in dem Augenblicke, als der Knopf 5′ unter der Lamelle 5 ist, und dadurch der Strom neuerlich geschlossen wird, das Zeichen für den Posten V am tiefsten Punkte der Walze erscheinen. Da nun beim zweiten Stromschlusse die Scheibe E fest an die Walze C' gedrückt wird, so drückt sich das Zeichen für den Posten V auf dem Papierstreifen BB' ab, auf welchen wie erwähnt, bereits früher fortlaufend auch die Zeit in Stunden und Minuten markirt wurde. Man ist daher im Stande mit hinreichender Genauigkeit die Zeitpunkte abzulesen, wann die einzelnen Tasten I, II, III etc. gedrückt wurden. Es ist selbstverständlich, dass die Tasten so lange niedergedrückt werden müssen, als eine vollständige Umdrehung der Scheibe D' dies erfordert. Es wurde im Vorstehenden angenommen, dass nur Taste V niedergedrückt wurde, bei allen übrigen Tasten ist daher eine Unterbrechung. Es können daher die Knöpfe 1′, 2′, etc. unter den Lamellen 1, 2, 3, u. s. w. schleifen, ohne dass dadurch ein neuerlicher Stromschluss erfolgen kann. Sind hingegen zwei oder mehrere Tasten zu gleicher Zeit niedergedrückt, so wird während der einen Umdrehung der Scheibe D' so oft ein Stromschluss erfolgen, als Tasten in Thätigkeit sind, und ebenso oft wird auch die Walze E mit dem gleichen Effecte, wie dies früher beispielsweise bloss für die Taste V erörtert wurde, gehoben. Dabei kann auf dem Papierstreifen kein Ineinanderfallen der Zeichen eintreten, da diese auf der Walze C' auf einer stark ansteigenden Schraubenlinie angebracht sind. Es werden auf dem Papiere BB' die Zeichen der sich gleichzeitig meldenden Posten vielmehr in einer Linie unter einander erscheinen.

IV. Chronographen.

Die Uhren-Constructionen dienen im Allgemeinen nur für die Messung grösserer Zeit-Intervalle. Es kommen jedoch in der Technik nicht wenige Fälle vor, bei welchen Erscheinungen mit sehr geringer Zeitdauer beobachtet werden

müssen, für deren Messung Uhren nicht ausreichen. Hiezu können jedoch besondere Instrumente, die Chronographen, verwendet werden.

Man bedient sich zur Erreichung des angedeuteten Zweckes des Hilfsmittels, dass man einen präparirten Papier- oder Metallstreifen mit grosser bekannter Geschwindigkeit vor einem Registrirer vorüber führt. Derlei Instrumente sind demnach eigentlich Registrir-Apparate. Der Registrirer bezeichnet mit Hilfe von magnetischen, mechanischen oder chemischen Einwirkungen des elektrischen Stromes oder Funkens den Beginn und das Ende eines beobachteten Ereignisses. Die Entfernung beider Marken auf dem Papierstreifen ist bei constanter Geschwindigkeit desselben abhängig von der Dauer der beobachteten Erscheinung. Ist die Geschwindigkeit des Papierstreifens bekannt, so ergibt sich aus der gemessenen Marken-Entfernung durch eine einfache Division die gesuchte Zeit.

20. Chronograph der französischen Ostbahn.

Diese Gesellschaft, welche auf dem Specialgebiete der elektrischen Uhren so vielfach vertreten war, hatte einen Chronographen exponirt, der für die Messung der Fehlerquellen bestimmt ist, welche durch Anwendung von Elektromagneten entstehen.

Bei vielen elektrischen Apparaten sind für die Bewegung mechanischer Einrichtung Elektromagnete mit Ankern verwendet. Circulirt der Strom durch die Spule des Elektromagnetes, so sollte in dem Momente des Strombeginnes schon der Anker angezogen sein. Dies tritt nun nicht ein, es verfliesst vielmehr eine bestimmte, allerdings sehr kleine Zeit, bis der Anker seine neue Lage vollständig angenommen hat.

Das vorliegende Instrument, mit Hilfe dessen nun jene Zeit gemessen werden soll, welche der Anker braucht, um von einer Lage in die andere übergeführt zu werden, besteht zunächst aus einem durch Rauch geschwärzten Cylinder, welcher durch ein Uhrwerk in gleichmässige Rotation versetzt wird. Zur Regulirung der Geschwindigkeit sind Windflügel angeordnet, mit welchen ein Tourenzähler verbunden ist.

Eine Stimmgabel, deren Schwingungszahl bekannt ist, und welche durch den elektrischen Strom in Schwingungen versetzt wird, trägt an einem ihrer Arme eine feine Spitze. Wird letztere mit der berussten Mantelfläche des rotirenden Cylinders in Berührung gebracht, so entsteht auf dem Cylinder eine ununterbrochene Wellenlinie. Die Länge der einzelnen Wellen ist im vorliegenden Falle nur von der Umfangsgeschwindigkeit des rotirenden Cylinders abhängig, und kann daher als Massstab für die Messung eines gleichzeitig registrirten Zeit-Intervalles benützt werden. Zudem hat man damit zugleich eine Controle für die Gleichmässigkeit der Geschwindigkeit, da in diesem Falle die einzelnen Wellen von vollkommen gleicher Länge sein müssen. Der Träger der Stimmgabel enthält eine auf einer Spindel montirte Schraubenmutter, welche durch ein besonderes Vorgelege in Bewegung gesetzt wird. Die Stimmgabel bewegt sich sonach parallel zur Cylinderachse, und man erhält damit eine continuirliche Wellenlinie, mit einer Schraubenlinie als Achse, verzeichnet. Der registrirende Stift für die Messung

des fraglichen Zeitraumes ist mit seiner Spitze senkrecht zur Cylinder-Achse montirt, so zwar, dass er bei der Rotation des Cylinders eine Linie auf der Mantelfläche zeichnet. Mit diesem Registrirer ist ein Elektromagnet in Verbindung, so dass in dem Augenblicke, als der Strom die Spule durchströmt, die registrirende Spitze in der Richtung der Cylinder-Achse verrückt wird. Es entsteht sodann eine neue, zur früheren parallele Linie. Hört der Strom zu wirken auf, so kehrt die registrirende Spitze in die frühere Lage zurück und die ursprüngliche Linie wird wieder fortgesetzt. Es entsteht somit ein abgetreppter Linienzug *ab*, *dc* (Fig. 209). Die Länge der Linie *bd* entspricht der Stromdauer.

Der oberwähnte Linienzug kann jedoch nur dann entstehen, wenn der Elektromagnet ohne jedweden Zeitverlust dem Strom-Impulse folgt. In der Wirklichkeit ist dies jedoch, wie erwähnt, nicht der Fall. Bei entsprechend grosser Umfangsgeschwindigkeit des Cylinders entsteht die Linie *ab'*, *dc'*. Die beiden schiefen Linienstücke *ab'* und *dc'* sind der graphische Ausdruck der verzögerten Wirkung des Elektromagnetes, und die Zeit, welche dieser Verzögerung entspricht, ist durch die Länge der Linien *bb'* und *cc'* auf dem gleichzeitig registrirten Wellenzuge gegeben. Diese Längen sind allerdings von der Umfangsgeschwindigkeit des Cylinders abhängig, allein man besitzt in den gleichzeitig registrirten Wellen der schwingenden Stimmgabel einen sicheren Massstab, welcher einen verlässlichen Schluss auf die Zeitdauer deswegen gestattet, weil die Wellenzahl pro Zeiteinheit bekannt ist. Der exponirte Chronograph hatte eine Stimmgabel, welche pro Secunde 435 Schwingungen machte. Da nun der rotirende Cylinder leicht eine Umfangsgeschwindigkeit von 24 *m* pro Secunde erhalten konnte, so entstehen hiebei Wellen mit einer Länge von 55 *mm*. Da man noch Längen von $^1/_{10}$ *mm* bestimmen konnte, so gestattete der Apparat Zeitbestimmungen bis auf

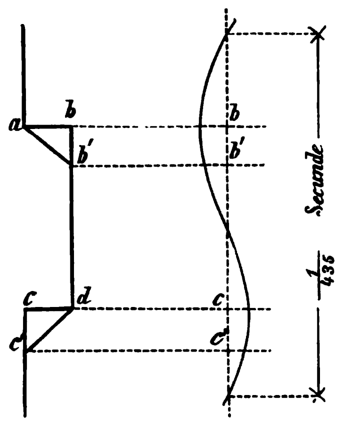


Fig. 209.

$$\frac{1}{550 \times 435} = \frac{1}{239.250} \text{ Secunde.}$$

Die Unterbrechung des Stromes wird bei dem Apparate dadurch bewirkt, dass auf der Achse des rotirenden Metall-Cylinders eine Metallscheibe befestigt ist, in welche ein nicht leitender Sector eingeschaltet ist. So oft nun die am Umfange der Scheibe gleitende Feder mit dem nicht leitenden Theile in Berührung kommt, ist der Strom unterbrochen.

Der Apparat kann selbstredend auch für die Bestimmung von Zeit-Differenzen bei anderen Aufgaben durch eine einfache Umänderung benützt werden.

21. Chronographen von Siemens & Halske.

Bei einer Reihe von Chronographen-Constructionen wird zur Registrirung die Elektricität nur als indirectes Hilfsmittel benützt, um durch die elektrische

Einwirkung entweder magnetische, chemische oder mechanische Einwirkungen hervorzurufen, durch welche dann erst die Dauer der zu beobachtenden Erscheinungen fixirt wird. Man wird aus der Beschreibung, beziehungsweise dem Zwecke, welchem der so eben besprochene Apparat zu dienen hat, ohne Weiteres entnehmen können, dass diese Constructionen an einem Uebelstande leiden. Zur Registrirung einer Erscheinung ist nämlich ein merkbarer Zeitaufwand erforderlich, der daraus resultirt, dass die durch die elektrische Wirkung hervorgerufenen magnetischen oder mechanischen, eigentlichen registrirenden Erscheinungen erst in einem gewissen Zeit-Intervalle dem Auftreten des elektrischen Stromes folgen. Es sind daher Chronographen-Constructionen mit indirecter Anwendung der Elektricität mit Fehlerquellen behaftet, die, wenn letztere nicht genau controlirt werden können, nur die Anwendung des Instrumentes für solche Messungen gestatten, bei welchen die erwähnten Fehlergrössen nicht mehr ausschlaggebend sind. Jene Apparate aber, bei welchen die Elektricität direct zur Registrirung verwendet wird, haben diese Fehlerquelle nicht, sind also wesentlich genauer, und verdienen daher die vollste Beachtung.

Von der Firma Siemens & Halske wurden zwei derartige Apparate ausgestellt, von denen der eine für sehr kleine, der andere für grössere, bis zu 10 Secunden reichende Zeit-Intervalle bestimmt ist.

Das beiden Apparaten zu Grunde liegende Registrirungs-Princip besteht darin, dass man auf eine mit grosser Geschwindigkeit rotirende berusste Trommel in den zu markirenden Zeitmomenten Funken aus Leydenerflaschen oder aus Inductoren ohne Eisenkern etc. überspringen lässt. Diese Funken erzeugen auf der berussten Mantelfläche der Trommel vom Russe befreite Kreise, in deren Mitte sich ein scharf begrenzter, glänzender Punkt befindet, der die Stelle bezeichnet, an welcher der Funke übersprang. Ist nun die Umfangsgeschwindigkeit der Trommel bekannt, so kann aus der Entfernung zweier solcher Punkte, welche den Beginn und das Ende der zu beobachtenden Erscheinung markiren, leicht auf die Dauer des Ereignisses selbst geschlossen werden. So bald nun die Funken durch den directen Strom ohne Zuhilfenahme von Magneten erzeugt werden, ist die Zeit, welche für die Bildung der glänzenden Funken nöthig ist, so klein, dass sie vernachlässigt werden kann, und zwar umsomehr, als dieser Zeitaufwand jedenfalls so constant ist, dass er bei dem in Rede stehenden Vorgange, wo es sich nur um die Entfernung zweier Punkte, also um Differenzen der einzelnen Zeiten handelt, sich fast ganz aufheben muss.

Der Siemens'sche Chronograph mit schnellem Gange (Fig. 210), für die Beobachtung von Erscheinungen mit sehr geringer Dauer bestimmt, hat eine Stahltrommel *a* von 40*mm* Durchmesser, auf deren 10*mm* breiter, polirter und berusster Mantelfläche die registrirenden Funken überspringen. Die Trommel wird durch ein Gewichts-Uhrwerk in Bewegung gesetzt; je 100 Umdrehungen werden durch einen Schlag auf der Glocke *b* markirt. Man kann mit Hilfe einer auf den Regulator wirkenden Schraube und einer Secundenuhr leicht eine verlangte Normalgeschwindigkeit der Trommel herstellen.

Die Vorrichtung, welche die Gleichförmigkeit der Geschwindigkeit bewirkt, ist ein Sinus-Regulator. Derselbe besteht aus einem oder zwei Windflügeln.

welche sich in jedem beliebigen Winkel zur Drehungsachse stellen können. Auf jeden Windflügel wirkt durch Vermittlung eines Hebelwerkes eine Feder in der Weise, dass bei einer gewissen Normalgeschwindigkeit, auf welche der Apparat eingestellt wurde, die Fliehkraft der Windflügel durch den Federdruck ausgeglichen wird. Es nimmt nämlich der Hebelsarm für die Wirkung der regulirenden Feder in dem gleichen Verhältnisse zu oder ab, wie die Fliehkraft der Flügel, d. h. proportional dem Sinus des Neigungswinkels der Flügel gegen die Rotations-Achse. Vergrössert sich die Geschwindigkeit, so werden die Flügel sofort mit bedeutender Kraft in eine gegen die Drehachse mehr senkrechte Lage gebracht.

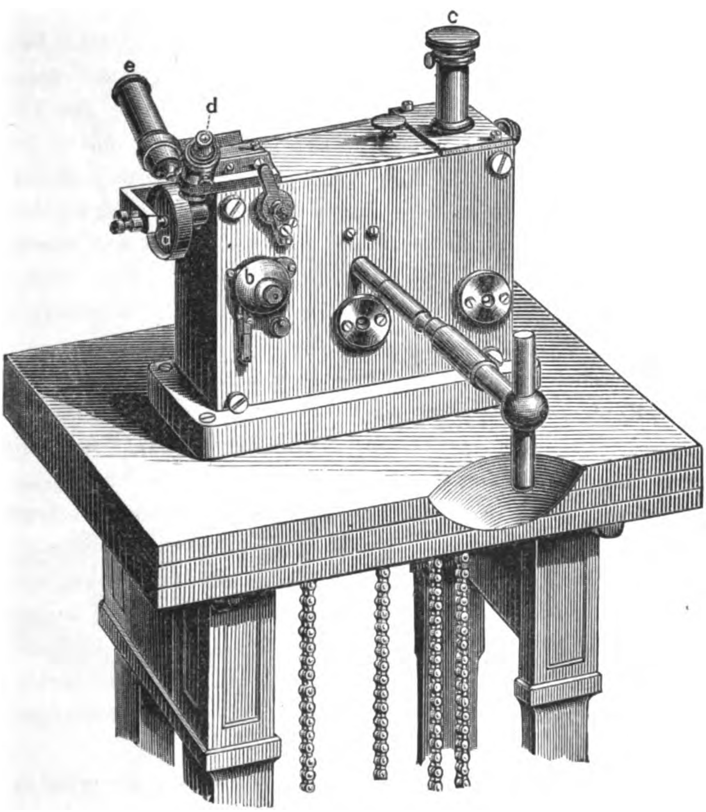


Fig. 210.

Dadurch vergrössert sich im hohen Masse der Luftwiderstand und das Uhrwerk wird in seinem Gange so weit verlangsamt, bis es die eingestellte Normalgeschwindigkeit erreicht.

Vermindert sich umgekehrt die Geschwindigkeit unter das bestimmte Mass, so nehmen die Windflügel sogleich eine zur Rotations-Achse mehr parallele Stellung ein; der Luftwiderstand wird geringer und das Uhrwerk vergrössert sofort die Umdrehungszahl bis zur normalen Geschwindigkeit. Letztere ist zwischen gewissen Grenzen variabel und wesentlich von der Stärke der Feder, also von der Länge derselben abhängig. Um nun diese entsprechend verändern zu können, ist die Klemme, welche das rückwärtige Federende festhält, durch eine Schraube

in einem Schlitten beweglich angeordnet. Die Variation in der Normalgeschwindigkeit erfolgt sonach nur durch Drehen des Schraubenkopfes *c*.

Gegenüber der berussten Trommel ist eine verstellbare und durch ein isolirendes Glasrohr geschützte Platinspitze *d* angebracht, von welcher die registrirenden Funken überspringen.

Handelt es sich nun beispielsweise darum, die Geschwindigkeit einer Kugel in dem Laufe eines Gewehres zu bestimmen, so werden in dem Laufe in bestimmten Entfernungen Anbohrungen ausgeführt, und in diese sorgfältig isolirte Drähte dicht schliessend so eingeführt, dass die Kugel beim Abfeuern diese Drähte zerreissen und in leitende Verbindung mit dem Gewehrlaufe bringen muss. Jeder Draht wird durch eine Leitung mit der einen Belegung einer Leydenerflasche in Verbindung gebracht. Die gesammten anderen Belegungen der übrigen Flaschen stehen durch eine gemeinsame Leitung mit der Platinspitze des Chronographen in Verbindung. Dessgleichen ist der Gewehrlauf mit der Achse der rotirenden Metallscheibe in Verbindung. In dem Augenblicke, als beim Schusse die Drähte der Reihe nach durch das Geschoss zerrissen werden, springt jedesmal von der Platinspitze ein Funke auf die berusste Trommel über und erzeugt dort den erwähnten glänzenden Punkt. Ist die Registrirung vollendet, so wird in die Achse der berussten Metall-Trommel ein Mikrometerwerk behufs Ermittlung der Abstände der Punkte an der Mantelfläche eingerückt.

Eine Umdrehung der Mikrometerschraube entspricht $^1/_{100}$ Umdrehungen der Trommel. Der Kopf der Mikrometerschraube ist gleichfalls in 100 Theile getheilt. Bei einer Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel von 100 Touren pro 1 Secunde können daher noch Entfernungen abgelesen werden, welche $^1/_{1,000\,000}$ Secunde entsprechen, wobei allerdings der todte Gang der Mikrometerschraube noch zu berücksichtigen wäre.

Um nun ein scharfes Einstellen auf die registrirten Punkte zu ermöglichen, ist gegenüber der Hülse mit dem Platinstifte ein Mikroskop *e* angeordnet. Nachdem die Entfernung der Drähte im Gewehrlaufe bekannt ist und die Zeit, welche das Geschoss für die Zurücklegung dieser Distanzen brauchte, durch den Chronographen bestimmt werden kann, ist die Ermittlung der Geschossgeschwindigkeit durchführbar.

Mit Rücksicht auf den Umstand, dass die Anwendung von geladenen Leydenerflaschen im Freien oder bei feuchter Luft überhaupt mit Schwierigkeit verbunden ist, wurde von Siemens & Halske die Anwendung von Inductoren ohne Eisenkern für den vorliegenden Zweck vorgeschlagen. Um das Ueberspringen eines Funkens von der Platinspitze auf die Trommel herbeizuführen, handelt es sich um die Schliessung eines Contactes. Mit jedem, für den Schluss vorbereiteten Contacte ist eine kleine Batterie von Bunsen-Elementen und die primäre Spule eines Inductors ohne Eisenkern verbunden. Die secundären Spiralen sämmtlicher Inductoren werden hinter einander geschaltet, so zwar, dass jeder Contactschluss einen Funken am Chronographen erzeugt.

Der Funken-Chronograph mit langsamem Gange (Fig. 211) hat im Allgemeinen dieselbe Einrichtung, wie der soeben beschriebene Apparat, speciell ist das Uhr- oder Laufwerk nach den gleichen Principien ausgeführt.

Die berusste Trommel *a* hat blos einen Durchmesser von 85 *mm*; auch beträgt ihre mittlere Geschwindigkeit nicht, wie beim vorigen Apparate, 100, sondern nur 1 Umdrehung pro Secunde; dagegen ist die Breite der Trommel bedeutend grösser, nämlich 26 *mm*. Der eine erhöhte Rand der Trommel ist ferner direct

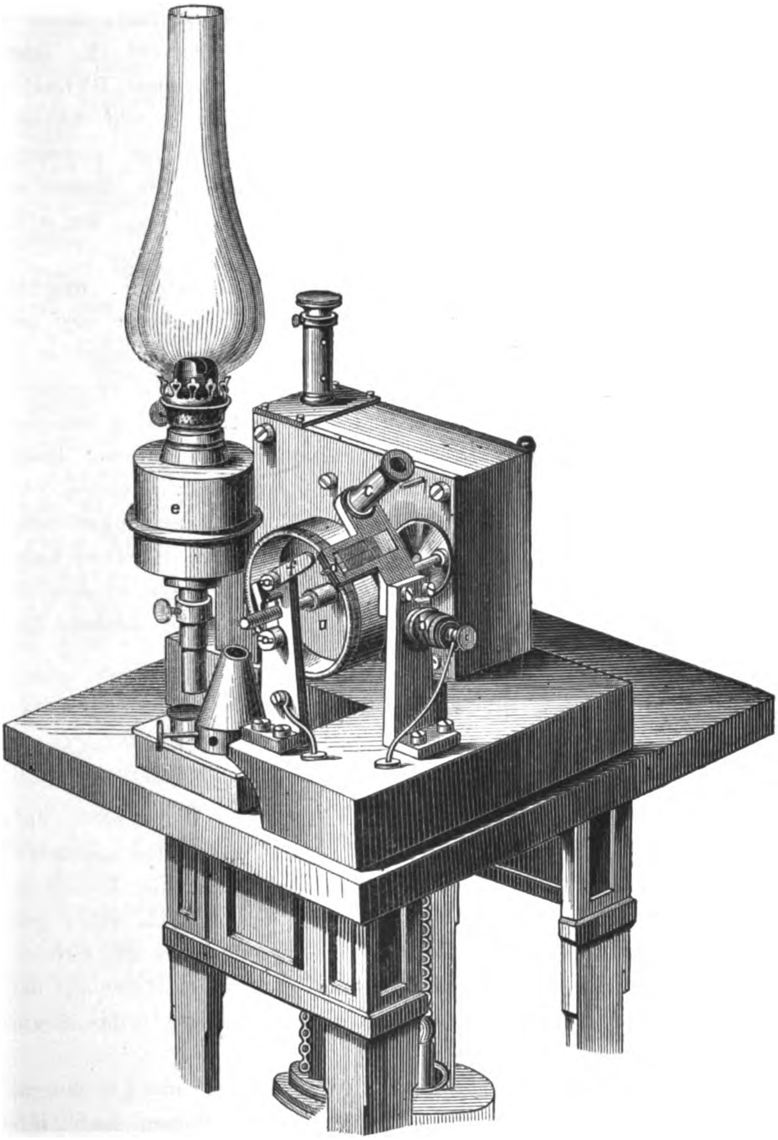


Fig. 211.

in 100 Theile getheilt, so dass bei einer Geschwindigkeit von einer Umdrehung pro Secunde jedem Theile $^1/_{100}$ Secunde entspricht. Eine gewöhnliche Visirvorrichtung *d*, bestehend aus einem Rahmen mit gespanntem Faden, gestattet eine directe Ablesung der durch den Funken erzeugten Punkte auf der Theilung. Die

Theilung ist so gross, dass mit der einfachen Visirvorrichtung auf $^{2}/_{1000}$ Secunden genau abgelesen werden kann.

Um eine genauere Ablesung zu ermöglichen, ist mit der Visirvorrichtung eine Loupe *c* verbunden, und gegenüber derselben eine Lampe *e* zur Beleuchtung der Trommel angeordnet.

Die Montirung der Trommel ist ferner derart durchgeführt, dass sie sich während der Rotation in der Richtung der Achse verschiebt. Es lassen sich durch diese Einrichtung bei der angegebenen Breite der Trommel 10 Umdrehungen für die Registrirung benützen, während bei dem oben beschriebenen, schnell gehenden Apparate nur eine Rotation zur Verfügung steht. Der langsam gehende Siemens-Halske'sche Apparat eignet sich daher für länger dauernde Erscheinungen, welche sich innerhalb eines Zeitraumes von $^{2}/_{1000}$ bis 10 Secunden abspielen.

Um auch hier die Anwendung von Leydenerflaschen zu umgehen, hat Siemens statt derselben Inductoren mit schwachem Eisenkerne und Oeffnungs-Contacten angewendet. Dieses System hat den Vorzug, bei den in Aussicht genommenen Zwecken hinreichend genaue Resultate erzielen zu können, ohne mehr als einen Inductor, eine Batterie und zwei Leitungen bei beliebig vielen Contactstellen nöthig zu haben. Diese Anordnung basirt auf der Erscheinung, dass die bei einem Inductor mit schwachem Eisenkerne auftretenden Funken bei Schliessung des Stromes sehr gering, hingegen die Oeffnungsfunken sehr kräftig sind. Die Einrichtung ist demnach so getroffen, dass in derselben Leitung alle Contacte eingeschaltet sind, von denen jedoch jeder, nachdem er den Strom geöffnet und registrirt hat, sich wieder schliesst, bevor der nächste Contact in Action tritt.

Anhang.

Bei der Aufstellung und dem Betriebe elektrischer Uhren spielt die Kostenfrage eine wichtige Rolle. Es sei hierüber in Kürze Folgendes angeführt:

Pendeluhren von Winbauer in einfachem Glaskasten kosten bei einer 70 *cm* hohen Glaslichte 50 fl.; bei einer Glaslichte von 84 *cm* 65 fl. pro Stück. Einfache Rahmenuhren für grosse Locale, Höfe etc., je nach der Grösse, 50 bis 100 fl. Die zum Betriebe verwendeten Leclanché-Elemente wirken bei der in der Beschreibung der Uhren hervorgehobenen Benützungsweise $1^{1}/_{2}$ bis 2 Jahre, ohne dass ein Nachfüllen nöthig würde.

Eine Normaluhr von Honisch (Rossitz in Mähren) mit 1 *m* langem Kasten von Nussholz und einem Zifferblatte von 19 *cm* Durchmesser kostet 60 fl.; ein Zeigerwerk mit 20 *cm* grossem Zifferblatte 13 fl., mit einem Zifferblatte von 30 *cm* Durchmesser 15 fl. Die Betriebskosten sind gering. Für den Betrieb einer Normaluhr und 40 Zeigerwerken, welche nahe hinter einander, jedoch in 4 Gruppen getheilt, eingeschaltet sind, reichen angeblich 8 Leclanché-Elemente aus.

Bezüglich der durch ihre präcise Function und exacte Ausführung der Uhren bekannten Firma Hipp in Neuchâtel sei beispielsweise erwähnt, dass sich nach

einer Mittheilung des Herrn k. k. Hof-Mechanikers W. Wolters in Wien die Kosten für die Einrichtung des neuen Wiener Rathhauses in folgender Weise ergeben würden:

Eine Normaluhr mit Gewicht, 8 Tage gehend (eventuell mit elektrischem Betriebe), mit Commutator für 8 Linien, entsprechend den in 8 Gruppen vertheilten sympathischen Zeigerwerken, 1700 fl., 120 Stück Zeigerwerke mit einem Zifferblatte von 26 *cm* Durchmesser, pro Stück 41 fl., 20 Stück Zeigerwerke mit 33 *cm* grossen Zifferblättern, für die Säle, à 67 fl. Eine elektrische Auslösung für das Uhrwerk des Thurmes 200 fl.; Kosten der Batterie 108 fl., zusammen daher rund 8300 fl. Hiezu kämen noch die Kosten der Leitungsdrähte mit 10—20 kr. pro 1 *m* und jene der Montirung mit 15% der Gesammtsumme. Die Unterhaltungskosten der Batterien würden sich für die ganze Anlage ungefähr mit 1 fl. pro Jahr und Uhr berechnen.

Es möge zum Schlusse hervorgehoben werden, dass auf der internationalen elektrischen Ausstellung österreichische Firmen im Fache der elektrischen Uhren im Allgemeinen in ganz vortrefflicher Weise vertreten waren, und dass die ausgestellten Objecte nicht nur beifällig aufgenommen, sondern auch vielfach verkauft wurden.

Leider wurde in der Ausstellung ein wichtiges Problem, der Betrieb eines ganzen, grösseren Uhren-Netzes, dem grossen Publikum nicht vorgeführt. Dieses Object wäre für Wien von besonderer Wichtigkeit und von besonderem Interesse gewesen, da der Zustand und der Gang der öffentlichen Uhren Wiens Vieles zu wünschen übrig lässt.

Man wird in Holland, selbst in kleineren Orten, nur wenige öffentliche Uhren finden, welche nicht ein Glockenspiel besitzen. Man mag vielleicht über diese ausdrückliche Markirung der Zeit, über diese Verbindung des „Nützlichen" mit dem „Angenehmen" seine eigene Anschauung haben. Aber dieses besondere Hervorheben der Zeitabschnitte charakterisirt dieses Volk — ein Volk der Arbeit und des Selbstvertrauens — das seine Scholle Erde so nachdrücklich und meisterhaft gegen das Anstürmen des Meeres zu schützen versteht, und einen grossen Theil des Bodens — die Existenz-Bedingung — nur durch unausgesetzte Arbeit und gute Benützung der Zeit zu erhalten vermag.

Leben heisst hier im besonderen Masse die günstige Zeit benützen, und der anerkannte Massstab der Zeit ist die öffentliche Uhr!

DIE

WISSENSCHAFTLICHEN INSTRUMENTE

VON

HANS PITSCH
ASSISTENT DER LEHRKANZEL FÜR PHYSIK AM WIENER POLYTECHNIKUM.

Wohl keine Naturkraft ist in ihren praktischen Anwendungen einer solchen Mannigfaltigkeit fähig wie die Elektricität, und so finden wir es nur natürlich, wenn die Ausnützung derselben, seitdem sich diese Erkenntnis Bahn gebrochen, einen derartigen Umfang gewonnen, dass die Elektrotechnik, deren Aufgabe eben diese Ausnützung ist, gar bald ihre einheitliche Entwicklung aufgeben und sich in eine grössere Anzahl von Gruppen spalten musste, die sich fast unabhängig von einander weiter bildeten. Um so freudiger muss man es aufnehmen, wenn von Zeit zu Zeit auf elektrischen Ausstellungen die getrennten Fächer neben einander erscheinen, und man mit einem Blicke übersehen kann, wie sehr jedes einzelne an dem allgemeinen Fortschritte theilgenommen. Ein solches Gesammtbild bot auch die internationale elektrische Ausstellung in Wien. Während in den weitläufigen Galerien des Ausstellungspalastes die Erzeugung elektrischer Ströme durch eine Unzahl, in ihrer Construction mehr oder weniger neuer Maschinen geräuschvoll vor sich ging und an allen Orten die Verwerthbarkeit derselben im elektrischen Lichte gezeigt wurde, erregten einerseits wieder die Wunder der Telephone und Mikrophone, prachtvolle galvanoplastische Arbeiten und viele andere Gegenstände verschiedenster Natur unser gerechtes Erstaunen, und forderten andererseits die sinnreichen Multiplex-Apparate der Telegraphie und die zahlreichen wissenschaftlichen Instrumente, mit welchen die Forscher den Naturgesetzen nachspüren und die magnetischen und elektrischen Erscheinungen messend verfolgen, zu einem eingehenderen Studium auf. Dass man aber nicht allzulange bei dem Gesammtbilde verweilt, sondern wieder je nach Interesse und Bedürfnis diese oder jene Art von Objecten in der Betrachtung bevorzugt, erscheint wohl begreiflich, und so wollen auch wir uns ein abgegrenztes Gebiet, die rein *wissenschaftlichen Instrumente*, wählen, die wir, soweit dies die Fülle des Gebotenen zulässt, etwas näher in's Auge fassen werden.

Da zum Verständnisse vieler Apparate die Kenntnis der Messmethode, bei welcher sie zur Anwendung kommen, unerlässlich ist, indem ja manche nur für die practische Durchführung einer ganz bestimmten Methode construirt werden, erscheint es nothwendig, dass wir eine kurze Beschreibung der wichtigsten

Methoden elektrischer Messungen, doch nur so weit, als in Folgendem darauf Bezug genommen wird, vorausschicken. Die theoretische Begründung derselben müssen wir natürlich den einschlägigen physikalischen Werken überlassen.

Die Masse für diese Messungen werden jetzt allgemein dem vom internationalen Congress der Elektriker zu Paris (1881) endgiltig festgesetzten absoluten Mass-System entnommen. Die Grundeinheiten desselben, auf welche alle anderen Einheiten zurückgeführt werden, sind als Einheit der Länge das Centimeter, als Einheit der Masse die Masse des Grammgewichtes, als Einheit der Zeit die Secunde.

Die absolute Krafteinheit (Dyne) ist jene Kraft, welche in der Zeit 1 der Masse 1 die Beschleunigung 1 ertheilt.

Die Arbeitseinheit (Erg) ist jene Arbeit, welche die Kraft 1 bei der Verschiebung ihres Angriffspunktes um die Länge 1 leistet.

Als magnetische Menge 1 wird jene bezeichnet, welche auf eine ihr gleiche Menge in der Entfernung 1 mit der Kraft 1 einwirkt.

Ein Kreisstrom übt auf jede, in seinem Mittelpunkte befindliche, magnetische Menge eine senkrecht gegen seine Ebene gerichtete abstossende Wirkung aus. Als absolute Einheit der Stromstärke wird die Intensität desjenigen Stromes bezeichnet, der beim Durchlaufen eines Kreisbogens von der Länge 1 und dem Halbmesser 1 auf die in seinem Mittelpunkte befindliche magnetische Menge 1 die Kraft 1 ausübt. Als praktische Stromeinheit wurde wegen der beträchtlichen Grösse der eben definirten der zehnte Theil derselben festgesetzt. Sie erhielt den Namen Ampère.

Die absolute Einheit elektrischer Mengen ist jene, die in der Zeiteinheit jeden Querschnitt eines vom Strome 1 durchflossenen Leiters durchströmt. Zur praktischen Einheit, Coulomb, wurde jene Menge gewählt, die bei der Stromstärke von 1 Ampère in der Zeiteinheit durch jeden Leiterquerschnitt strömt.

Denkt man sich die Elektricitätsmenge q in einem Punkte concentrirt, so versteht man unter Potential (V) derselben in Bezug auf einen anderen Punkt den Quotienten aus der Entfernung r beider Punkte in die Menge q. Es ist also $V = \frac{q}{r}$. Wirkt eine Reihe elektrischer Massen auf einen Punkt ein, so ist das Potential in demselben der Summe der Potentiale gleich, die jede elektrische Menge für sich allein erzeugt hätte.

Die Einheit des Potentials ist das Potential in der Entfernung 1 von der elektrischen Menge 1.

Die Einheit des Potentials ist auch die Einheit der elektromotorischen Kraft, die ja als Potentialdifferenz einem Potential äquivalent ist. Die praktische Einheit für die elektromotorische Kraft, Volt genannt, umfasst wegen der ausserordentlich geringen Grösse der absoluten Einheit 100 Millionen (10^8) derselben.

Die absolute Einheit des Widerstandes ist der Widerstand eines Stromkreises, in welchem die absolute Einheit der elektromotorischen Kraft die absolute Einheit der Stromstärke erzeugt. Hier geben erst 1000 Millionen (10^9) dieser Einheiten die praktische Einheit Ohm, die auch als der Widerstand eines

Stromkreises definirt werden kann, in welchem durch die elektromotorische Kraft 1 Volt die Stromstärke 1 Ampère erzielt wird. Für ausserordentlich grosse Widerstände wird als Mass das Megohm genommen, dass einer Million Ohm entspricht.

Als elektrische Capacität eines Körpers bezeichnet man das Verhältnis einer ihm mitgetheilten Elektricitätsmenge zu dem Potential, das sie auf seiner Oberfläche erzeugt. Die Capacität 1 besitzt also jener Körper, welcher durch die Elektricitätsmenge 1 auf das Potential 1 geladen wird. Der zehnte Theil dieser Einheit wird als Farad bezeichnet und auch als Capacität eines Condensators (Franklin'sche Tafel) definirt, dessen Belegungen durch die Ladung mit der Elektricitätsmenge 1 Coulomb eine Potentialdifferenz von 1 Volt erhalten.

Da diese Einheit für die meisten Fälle zu gross ist, benützt man gewöhnlich den millionten Theil derselben und bezeichnet ihn als Mikrofarad.

Die von einem Strome von der Intensität J in einem Leiter vom Widerstande R, beide Grössen in absoluten Einheiten ausgedrückt, in der Zeit t geleistete Arbeit W ist nach dem Joule'schen Gesetze durch den Ausdruck:

$$W = J^2 Rt$$

in absoluten Arbeitseinheiten gegeben. Drückt man die Stromstärke in Ampères, den Widerstand in Ohm aus, so braucht man, wie aus einer näheren Betrachtung über den Zusammenhang der in Rechnung kommenden Einheiten hervorgeht, nur durch die in Metern ausgedrückte Beschleunigung der Schwere zu dividiren, um diese Arbeitsgrösse in Kilogramm-Metern zu erhalten.

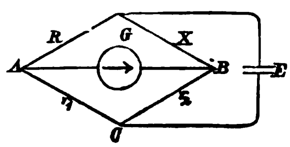


Fig. 212.

Die wichtigsten und am häufigsten vorkommenden elektrischen Messungen sind Widerstandsbestimmungen. Die gebräuchlichste Methode für die Durchführung derselben ist die Anwendung der Wheatstone'schen Brücke (I).*)

Aus der schematischen Darstellung derselben in Fig. 212, ist ersichtlich, dass sie dem Wesen nach aus vier Widerstandszweigen r_1, r_2, R, X besteht, deren Knotenpunkte A, B, C, D wieder paarweise durch eine Schliessung verbunden sind. Der eine dieser Diagonalzweige enthält ein Galvanometer G, der andere die stromgebende Batterie E. Das Galvanometer gibt keinen Ausschlag, wenn das Verhältnis der Widerstände entsprechend der Proportion: $r_1 : r_2 = R : X$ gewählt wird. Ist das Verhältnis der Widerstände r_1 und r_2 und der Widerstand R bekannt, so gibt obige Proportion sofort den Werth X des unbekannten Widerstandes: $X = \frac{r_2}{r_1} R$. Um die Stromlosigkeit des Zweiges A, B (der Wheatstone'schen Brücke im engeren Sinne des Wortes) herbeizuführen, sind, je nach dem angewendeten Apparate, zwei Arten des Vorganges möglich. Entweder sind die Widerstände r_1 und r_2 fix, und R veränderlich, oder es ist R fix und das Verhältnis $r_1 : r_2$ veränderlich. Der letztere Fall tritt ein, wenn die Zweige r_1 und r_2 nur Theile eines und desselben,

*) Damit wir uns in Folgendem kurz auf die besprochenen Methoden beziehen können, sind dieselben fortlaufend nummerirt.

zwischen den Punkten A und B irgendwie ausgespannten Drahtes (Verzweigungsdrahtes) sind, und der Punkt C einen auf demselben verschiebbaren Contact darstellt.

Sehr bedeutende Widerstände, wie z. B. Isolationswiderstände von Kabeln. bestimmt man mit Hilfe eines sehr empfindlichen Galvanometers (Spiegelgalvanometers) (II). Man beobachtet die Ausschläge α und α', welche ein und dieselbe Batterie einmal bei Einschaltung eines sehr grossen, bekannten Widerstandes R, dann bei Einschaltung des unbekannten Widerstandes X in die Schliessung am Galvanometer hervorbringt. Sind die Widerstände R und X so bedeutend, dass im Vergleich zu ihnen die sonstigen Widerstände in der Schliessung nicht in Betracht kommen, so besteht die Proportion: $X : R = \alpha : \alpha'$, aus welcher $X = \frac{\alpha}{\alpha'} R$ folgt.

Für die Messung des inneren Widerstandes von Elementen existirt eine sehr einfache, von Thomson angegebene Methode (III). In den Schliessungskreis des Elementes, dessen innerer Widerstand bestimmt werden soll, wird ein Galvanometer vom Widerstande G und ausserdem mit Hilfe eines Rheostaten ein solcher Widerstand R geschaltet, dass das Galvanometer einen passenden Ausschlag zeigt. Legt man hierauf zwischen den Polen des Elementes eine Nebenschliessung von bekanntem Widerstande S an, so muss man den Rheostatwiderstand auf ϱ vermindern, damit das Galvanometer denselben Ausschlag zeigt. Der wesentliche Widerstand r des Elementes rechnet sich aus diesen Daten mit Hilfe der Formel: $r = \frac{R - \varrho}{\varrho + G} S$.

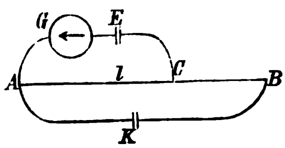


Fig. 213.

Zum Vergleiche elektromotorischer Kräfte dient die Methode von Dubois-Reymond (IV). Ein ausgespannter Platindraht AB, Fig. 213, wird in den Schliessungskreis einer constanten Batterie von der elektromotorischen Kraft K eingeschaltet. Eine zweite Leitung, mit den Endpunkten in A und in dem verschiebbaren Contacte C, enthält ein Galvanometer G und eines der zu vergleichenden Elemente mit der elektromotorischen Kraft E, welche derjenigen des Elementes K im Zweige AGC entgegenwirkt. Wenn man nun durch Verschiebung des Contactes C die Stromstärke in diesem Zweige auf Null gebracht hat, das Galvanometer also keinen Ausschlag zeigt, besteht die Gleichung: $E = \frac{K}{w} l$.

In derselben bezeichnet l den seiner Länge proportionalen Widerstand des Drahtstückes AC, w den Gesammtwiderstand $ACBKA$. In derselben Weise gilt für die elektromotorische Kraft E' des zweiten Elementes die Formel: $E' = \frac{K}{w} l'$, welche in Verbindung mit der ersten die Proportion: $E : E' = l : l'$ liefert. Durch dieselbe ist die elektromotorische Kraft E' bestimmt, wenn E die bekannte elektromotorische Kraft eines Normalelementes bedeutet.

Elektromotorische Kräfte können auch mit Hilfe eines Condensators einer Franklin'schen Tafel in sehr compendiöser Form, verglichen werden (V)

Zu diesem Behufe wird der Condensator geladen, indem man seine beiden Belegungen mit den Polen des einen Elementes von der elektromotorischen Kraft E in Verbindung setzt. Seine Entladung erfolgt durch Berührung beider Belegungen mit den Enden der Zuleitungsdrähte eines Spiegelgalvanometers, wobei dasselbe einen Ausschlag α anzeigt. Lädt man dann den Condensator mit Hilfe eines anderen Elementes von der elektromotorischen Kraft E', und ist der dieser neuen Ladung entsprechende Ausschlag α', so besteht unter den angegebenen Bedingungen die Proportion: $E : E' = \alpha : \alpha'$.

In sehr ähnlicher Weise vergleicht man die Capacitäten K und K' zweier Condensatoren (VI), indem man beide durch ein und dasselbe Element lädt und die den Entladungsströmen entsprechenden Galvanometer-Ausschläge $\alpha : \alpha'$ beobachtet. Auch hier besteht wieder die Relation: $K : K' = \alpha : \alpha'$, aus welcher K' bestimmt werden kann, wenn K eine bekannte Grösse bezeichnet.

Stromstärken werden in der mannigfachsten Weise bestimmt. Die wichtigsten Mittel hiezu sind die Tangentenbussolen, Instrumente, bei welchen Kreisströme, deren Ebene parallel mit dem magnetischen Meridian gestellt wird, auf eine sehr kleine, in ihrem Mittelpunkte befindliche Magnetnadel einwirken. Wird durch diese Einwirkung die Nadel um den an einer Kreistheilung abzulesenden Winkel φ aus ihrer ursprünglichen Ruhelage abgelenkt, so ist die Stromstärke der trigonometrischen Tangente dieses Winkels proportional. Zur Bestimmung sehr schwacher Ströme dienen Spiegelgalvanometer, bei welchen die ausserordentlich geringe Ablenkung mittelst Spiegelablesung bestimmt wird.

Seltener als die Tangentenbussolen werden zu Strommessungen die Sinusbussolen verwendet, bei welchen die Stromebene der abgelenkten Nadel so lange nachgedreht wird, bis sie den bestimmten Winkel δ mit derselben einschliesst. Musste hiebei die Stromebene, die ursprünglich mit dem magnetischen Meridian zusammenfiel, um den Winkel ω gedreht werden, so ist die Stromstärke der Grösse $\sin(\delta + \omega)$ proportional.

Die Messung der Spannungs- oder Potentialdifferenz an irgend zwei Punkten AB eines vom Strome durchflossenen Leiters wird gewöhnlich nach folgender Methode vorgenommen (VII). Man legt an die beiden Punkte AB eine Nebenschliessung, deren Widerstand R im Vergleiche zu dem, zwischen A und B in der Hauptleitung liegenden, ausserordentlich gross ist. Der hiedurch abgeleitete Strom, welcher unter den angegebenen Verhältnissen keine bemerkenswerthe Verringerung des in AB fliessenden Stromes und in Folge dessen auch keine bemerkenswerthe Verminderung der Spannungen in diesen Punkten bewirkt, wird mit Hilfe eines empfindlichen Galvanometers G gemessen und soll die Intensität i besitzen. Die Spannungsdifferenz beider Punkte, ausgedrückt in Volt, ist dann dem Producte iR gleich, wenn die Angabe der Stromstärken in Ampères und jene des Widerstandes in Ohm erfolgt.

1. Elektrometer.

Fast alle Anwendungen der Elektricität beruhen auf der Verwerthung elektrischer Ströme und diesem Umstande ist es wohl zuzuschreiben, dass Mess-Instrumente für statische Elektricität nur in minimaler Anzahl auf der Ausstellung zu sehen waren.

Unter den Elektrometern scheint sich das Thomson'sche Quadranten-Elektrometer*) so ziemlich die Alleinherrschaft erworben zu haben. Modificirte Formen desselben wurden von Dr. M. Th. Edelmann in München, J. Carpentier in Paris, W. J. Hauck in Wien u. A. ausgestellt.

Die Quadranten des Edelmann'schen Elektrometers bestehen aus den langgestreckten Theilen eines Cylindermantels, innerhalb welcher die Aluminiumnadel, die gleichfalls aus zwei langen, durch einen Querstab verbundenen Cylindertheilen zusammengesetzt ist, concentrisch schwingt.

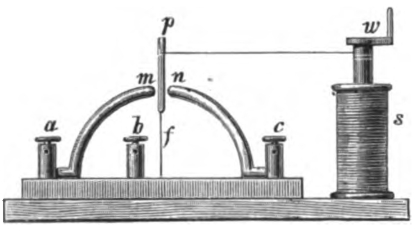


Fig. 214.

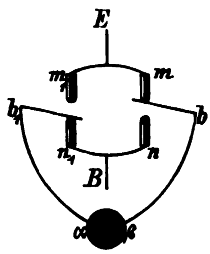


Fig. 215.

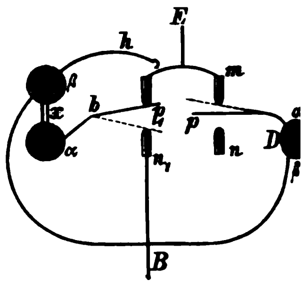


Fig. 216.

Edelmann exponirte auch ein hübsch ausgeführtes Exemplar des Elektrometerschlüssels von Beetz, der eine rasche Ladung und Entladung eines Elektrometers ermöglicht. Seine Construction ist in Fig. 214 angegeben. Zwei starke Messingbügel *m* und *n* sind an einer Hartgummiplatte angeschraubt und stehen mit zwei Klemmen *a* und *c* in Verbindung. Eine dritte, auf derselben Platte befindliche Klemme führt zu einer Metallfeder *f*, die gegen den Bügel *m* drückt, wenn sie nicht durch eine um die Welle *W* geschlungene Seidenschnur an *n* angepresst wird. Verbindet man zwei dieser Schlüssel in der durch Fig. 215 angedeuteten Weise, wobei *B* die Leitung zur Erde, *E* zum Elektrometer bezeichnet, so kann man je nach Belieben das Elektrometer durch die Berührung mit dem einen oder andern Pol einer Säule α β laden, während der freie Pol in leitende Verbindung

*) Eine Beschreibung dieses Apparates findet sich beispielsweise in Wüllner's Lehrbuch der Experimentalphysik. Bd. IV. pag. 166.

mit der Erde tritt. Fig. 216 zeigt die Anordnung in dem Falle, dass man das Elektrometer abwechselnd durch die eine oder die andere zweier Säulen (z. B. zur Vergleichung ihrer elektromotorischen Kräfte) laden will. Der Haken *h*, welcher einen Theil der Erdleitung bildet, dient zur Entladung des Elektrometers.

Mascart, nach dessen Angabe das von Carpentier (Ateliers Rhumkorff) ausgestellte Elektrometer construirt wurde, behält die von Thomson angegebene Lemniscatenform der Nadel bei, ertheilt ihr aber eine bifilare Aufhängung, wodurch eine Variation der Empfindlichkeit des Instrumentes durch Veränderung des Fadenabstandes ermöglicht wird. Der ganze Apparat ist von einem Metallgehäuse umgeben, dass nur gegenüber den Quadranten und der Nadel von mehreren Glasfenstern durchbrochen wird und sowohl Störungen in Folge von Luftströmungen, als auch solche in Folge äusserer, elektrischer Einflüsse abhält. Einer der vier Quadranten, die mittelst isolirender Stäbe an dem Deckel des Gefässes befestigt sind, kann mittelst einer Schraube zur genaueren Correction des Instrumentes etwas verschoben werden. Neu ist an dem Apparate noch die Vorrichtung, durch welche die Quadrantenpaare mit dem Gehäuse (und durch dieses mit der Erde) leitend verbunden oder von ihm isolirt werden können. An zwei Stäbchen, die von den einzelnen Quadrantenpaaren aus über den Deckel des Gehäuses emporragen, verschieben sich Metallhülsen, welche die Verbindung der Quadranten mit dem Deckel vermitteln, sobald sie bis zur Berührung mit demselben herabgedrückt werden, während bei jeder anderen Stellung derselben die Stäbchen vom Deckel isolirt bleiben.

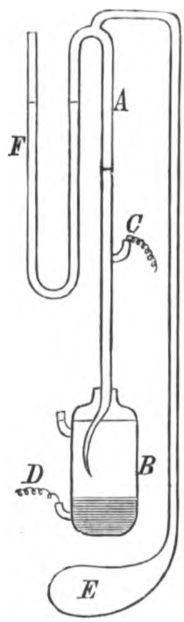


Fig. 217.

Zu den interessantesten Gegenständen der Ausstellung zählten die von Bréguet in Paris ausgestellten Lippmann'schen Capillar-Elektrometer, die zur Messung von Spannungs-Differenzen von 1 bis $^1/_{10000}$ Volt geeignet sind. Die Zusammensetzung dieser Apparate ist kurz die folgende. Eine beiderseits offene Röhre *A* (Fig. 217) die an einem Ende in eine capillare Spitze von ausserordentlich geringem, inneren Durchmesser ausläuft, wird mit Quecksilber gefüllt und vertical in ein cylindrisches, mit zwei seitlichen Ansätzen versehenes Glasgefäss *B* so eingesenkt, dass die Spitze nicht in das den Boden bedeckende Quecksilber eintaucht. Ueber dieser Quecksilberschichte befindet sich verdünnte Schwefelsäure, die auch zum Theile in die Capillarspitze hineinreicht und den Quecksilber-Meniskus in derselben bespült. Der Moleculardruck an dieser stark gekrümmten Quecksilber-Oberfläche ist es, der dem Drucke der Quecksilbersäule in *A* das Gleichgewicht hält. Mit der Quecksilberkuppe steht durch das Quecksilber in *A* der Zuleitungsdraht *C*, mit der Bodenschichte der Zuleitungsdraht *D* in leitender Verbindung. Zwischen diese beiden Zuleitungsdrähte wird die zu messende elektromotorische Kraft eingeschaltet und zwar so, dass mit *C* stets der negative Pol in Berührung tritt. Die Messung gründet sich auf die Veränderung, welche die Capillaritäts-Constante einer Quecksilber-Elektrode unter dem Einflusse der galvanischen Polarisation erleidet. Nach der

Einschaltung der bezeichneten elektromotorischen Kraft wird für den Augenblick ein elektrischer Strom entstehen, den aber sofort die an den Elektroden auftretende Polarisation compensirt. In Folge der hiedurch bewirkten Aenderung der Capillaritäts-Constanten wird der Meniskus, dessen Lage wesentlich von derselben abhängt, sofort seine Stellung ändern und zwar bei der angegebenen Schaltungsweise emporsteigen. Die neue Ruhelage hängt nur von der eingeschalteten elektromotorischen Kraft ab, die aber nie so gross sein darf, dass Wasserzersetzung eintritt und Gasblasen aufsteigen. Die Bewegung der Quecksilberkuppe beobachtet man mittelst eines ungefähr fünfzigmal vergrössernden, mit Ocular-Mikrometer versehenen Mikroskops, das gegenüber der Spitze aufgestellt wird und durch Schrauben im verticalen Sinn vorgeschoben werden kann. Nach der Einschaltung der elektromotorischen Kraft beobachtet man aber nicht unmittelbar die Verschiebung der Kuppe, sondern bringt den Meniskus durch Ausübung eines Druckes auf die Quecksilber-Oberfläche in *A* genau in seine frühere Lage und misst an einem seitlich angebrachten Manometer *F* den hiezu nothwendigen Druck, welcher der angewendeten elektromotorischen Kraft proportional ist. Der Proportionalitätsfactor kann ein für allemal durch Einschaltung einer bekannten elektromotorischen Kraft bestimmt werden. Die Ausübung des Druckes geschieht, indem man ein Kautschukgefäss *E* mit einer schraubstockähnlichen Vorrichtung langsam zusammendrückt und so die Luft über dem Quecksilberspiegel comprimirt. An die Stelle des Mikroskops tritt auch zuweilen, wie dies bei einem der ausgestellten Instrumente der Fall war, ein Projections-Apparat, der eine objective Beobachtung der Quecksilberbewegung gestattet. Fig. 218 gibt ein Bild eines kleineren Instrumentes, das sich von dem grösseren nur durch die einfachere Justirung des Mikroscopes, eine geringere Länge der Röhre und einen etwas grösseren Querschnitt der Capillarspitze unterscheidet, in Folge dessen auch weniger empfindlich ist. Es kann aber nichtsdestoweniger, ebenso wie das grössere Instrument an Stelle eines Galvanometers mit grossem Widerstande, in der Wheatston'schen Brücke gebraucht werden.

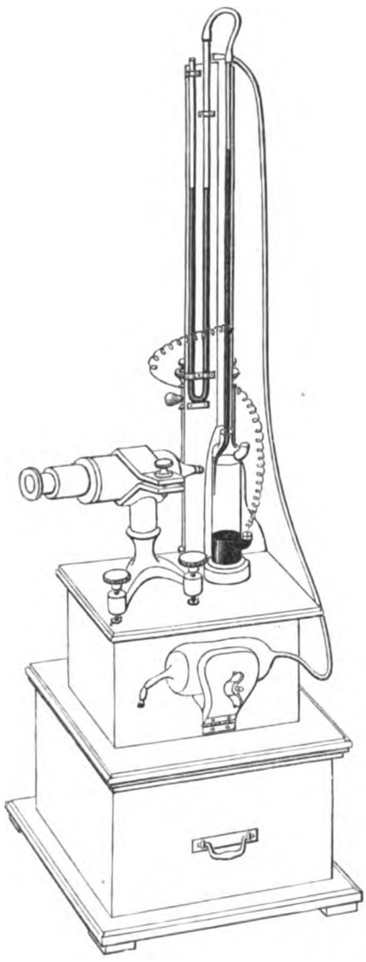


Fig. 218.

Mayer & Wolf in Wien stellten ein nach Angabe von Prof. Fleischl modificirtes Lippmann'sches Capillar-Elektrometer aus, bei welchem die Aus-

übung und Messung des Druckes in etwas anderer Weise, als bei dem beschriebenen Apparate vorgenommen wurde.

2. Rheostaten.

Was die zur Durchführung von Widerstands-Bestimmungen geeigneten Apparate betrifft, so zeigte die Ausstellung, wie es bei der Wichtigkeit des Gegenstandes wohl nicht anders zu erwarten war, eine sehr vollständige Sammlung derselben.

Wenn man sich die Schwierigkeit vor Augen hält, welche die älteren Physiker bei der Beschaffung von unter einander vergleichbaren Widerstands-Einheiten zu bekämpfen hatten, kann man die Vortheile nicht hoch genug schätzen, die uns durch die Bemühungen Werner Siemens in dieser Richtung erwachsen sind, seitdem er auf der Londoner Ausstellung 1862 die erste, nach dem Principe der Gewichtseinsätze getheilte Widerstands-Scala zur Darstellung jeder gewünschten Widerstandsgrösse exponirte. Jetzt ist die Herstellung der den Widerstands-Messungen zu Grunde liegenden Masse in einer solchen Weise vervollkommnet, dass die Firma Siemens & Halske die Richtigkeit der von ihr producirten bis auf 0·001, bei Normal-Einheiten sogar bis auf 0·0005 des Werthes garantiren kann. Die Ausstellung bot ein hübsches Bild dieses Fortschrittes, indem sie ihren Besuchern nicht nur zahlreiche Exemplare des Siemens'schen Stöpsel-Rheostaten in der bekannten compendiösen Kästchenform, sondern auch den seinerzeit von Wheatstone gebrauchten, im Vergleiche zu den genannten sehr plumpen Rheostaten, bei welchem auf einem kreisrunden Brette von ungefähr 0·5 *m* im Durchmesser achtzehn cylindrische Blechgefässe vertheilt waren, die Drahtrollen von bestimmten Widerständen enthielten, als historisches Schaustück vor Augen führte. Die Abweichungen der aus den verschiedensten Ländern herrührenden Stöpsel-Rheostaten von der Siemens'schen Form sind sehr unwesentlich; denn dass man z. B. die Widerstandsrollen statt im Viereck, wie bei den früheren Meilenwiderständen in Kreisen anordnet, oder auch die massiven Messingklötzchen, an welchen die Enden der Widerstandsrollen befestigt sind, mit einer Mittelbohrung versieht, wodurch man beim Gebrauch des Rheostaten das Weglegen der herausgenommenen Stöpsel vermeiden kann, sind wohl keine nennenswerthen Veränderungen.

E. Hartmann & Co. in Würzburg hält sich bei der Herstellung seiner Stöpsel-Rheostaten an die Reihe 1, 2, 3, 4, welche gegenüber der von Siemens adoptirten 1, 1, 2, 5 den Vortheil bietet, dass man jeden grösseren Widerstand mit einer Summe kleinerer vergleichen und auf diese Weise den Rheostaten leichter einer genauen Prüfung unterziehen kann.

Was die Möglichkeit einer leichteren Prüfung des Rheostaten anbelangt, so genügte ein von Bréguet in Paris ausgestelltes Exemplar wohl den weitgehendsten Ansprüchen. Dieser Rheostat umfasst vier Reihen von je neun Widerstandsrollen. Die Rollen je einer Reihe sind unter einander gleich, ihre Werthe in den verschiedenen Reihen aber respective 1, 10, 100, 1000 Einheiten. Es ist nun die Einrichtung getroffen, dass man jede beliebige Rolle mit einer

anderen, gleichwerthigen vergleichen kann. Eine schematische Zeichnung dieser Anordnung gibt Fig. 219. Das Einschalten von Widerstand geschieht hier im Gegensatze zu den früher angegebenen Rheostaten nicht durch Herausnehmen, sondern durch Einsetzen von Stöpseln, und zwar so, dass ein Stöpsel aus der Bohrung Null in die entsprechend bezeichnete, seitliche Oeffnung zu bringen ist. Um z. B. einen Widerstand von 3456 Einheiten einzuschalten, stöpselt man in der Reihe der Tausender die Oeffnung drei, der Hunderter vier, der Zehner fünf und der Einer sechs, wodurch in jeder Reihe die angegebene Anzahl von Rollen, je eine Einheit der betreffenden Art, in den Stromkreis einbezogen werden. Jede Rolle kann auch für sich allein geschaltet werden; so z. B. die Rolle drei der ersten Reihe, indem man einen Stöpsel in die seitliche Oeffnung vier und andere Stöpsel in die Mittelbohrung eins und zwei einsetzt. Ein Vergleich der Rollen unter einander ist demnach ausserordentlich leicht möglich, so dass Ausgleichsfehler ohne Schwierigkeit bemerkt und in Rechnung gezogen werden können. Diese Einrichtung besitzt ausser dem letztgenannten, nicht unbeträchtlichen Vorzug den Nachtheil, dass zur Herstellung von Widerständen bis zu 10.000 Einheiten 36 Rollen, bei Siemens hingegen nur 16 nothwendig sind.

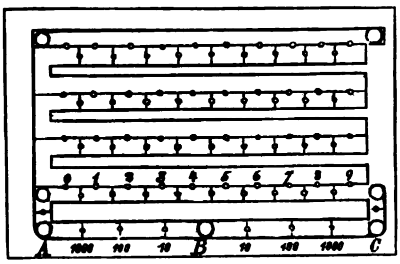


Fig. 219.

Für die Messungen der wissenschaftlichen Commission wurde von Siemens & Halske eine neue Art von Normalwiderständen, die sogenannten Drahtsiebwiderstände construirt, bei welchen Bänder aus Metallsiebgeflecht, um rechteckige isolirende Rahmen gewickelt, die Stelle der Drahtrollen vertraten. Mehrere solcher Rahmen waren in einen eisernen Kasten mit gitterartig durchbrochenen Wänden zusammengestellt und konnten durch eine einfache Vorrichtung in beliebiger Anzahl in den Stromkreis geschaltet werden. Da die Luft diese Bänder nach allen Seiten durchstreicht, ist eine grössere Erwärmung derselben durch den Strom wohl ausgeschlossen, und man kann mit ziemlicher Sicherheit als Temperatur derselben diejenige der umgebenden Luft annehmen, während bei einer anderen Justirung der Einheiten die Temperatur derselben immer eine fast nur zu schätzende Grösse ist.

3. Wheatston'sche Brücke und ihre Modificationen.

Durchgreifender als die Veränderungen der Rheostaten sind jene, welche die Wheatstone'sche Brücke im Laufe der Zeit erfahren. Auch hier bot die Ausstellung wieder das Anfangs- und Endglied der Entwicklung, nämlich einerseits als historische Reliquie das einfache Drahtrhomboid, dessen sich Wheatstone bei seinen Arbeiten bediente, andererseits den vollkommensten Repräsentanten dieser Gattung, die von Siemens ausgestellte grosse Messbrücke.

Von dem mehr als zwei Meter langen, aus Platin-Yridium gezogenen Verzweigungsdrahte der Siemens'schen Messbrücke ist nur der mittlere Theil in der

Länge eines Meters neben einer breiten Messingscala zwischen zwei Elfenbeinrollen aufgespannt, von welch' letzteren an er wieder, durch ein gelochtes Blech geschützt, gegen die Mitte des Apparates läuft (Fig. 220), wo seine Enden an Elfenbeinknöpfen befestigt sind. Der bewegliche Contact, der sich an einem mit Nonius versehenen

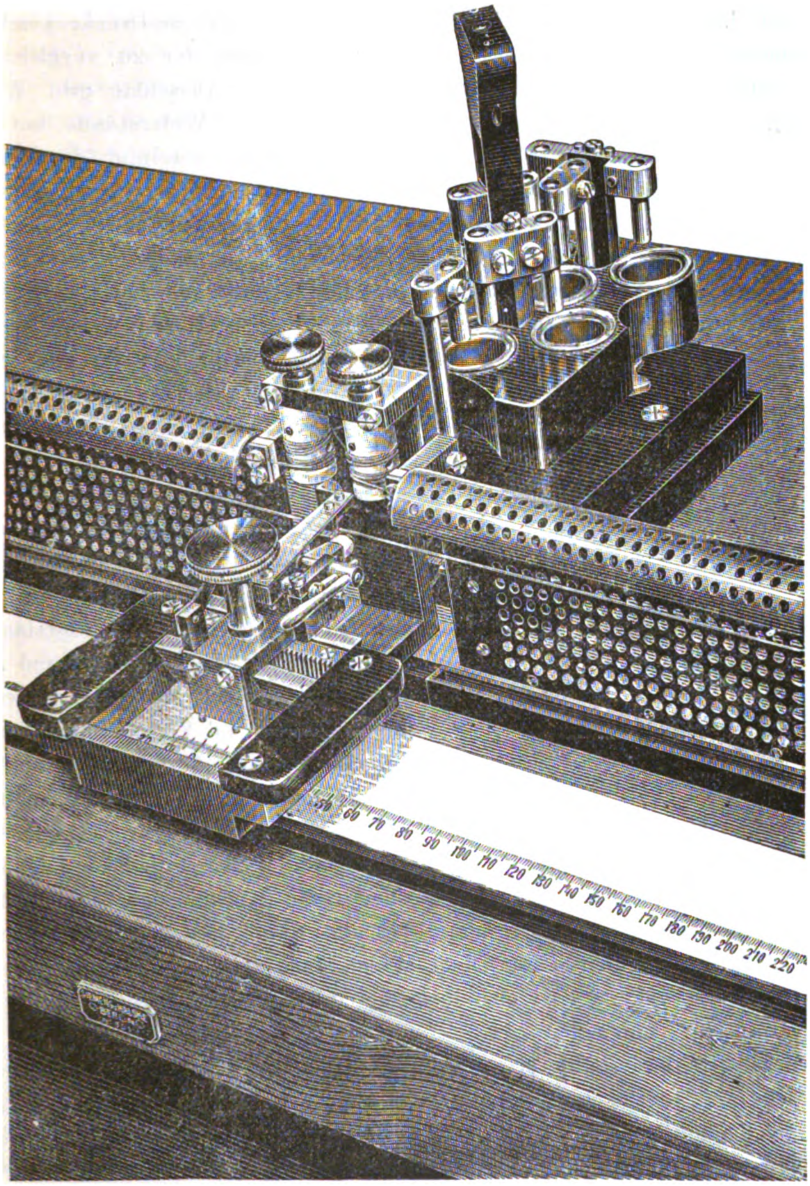


Fig. 220.

Schlitten längs der Scala verschieben lässt, gestattet eine ausserordentlich präcise Berührung desselben mit dem Messdrahte. Die Möglichkeit, dass nur die Mitte des Drahtes zu den Messungen benützt zu werden braucht, ist durch einen Umschalter

gegeben, welcher die Vertauschung der zu vergleichenden Widerstände R und X gestattet. Das Verhältnis derselben erhält man aus der Proportion: $R : X = (s + d) : (s - d)$, in welcher s die Länge des Verzweigungsdrahtes, die durch Vergleichung bekannter Widerstände experimentell bestimmt werden kann, d aber die zwischen jenen beiden Stellungen des beweglichen Contactes liegende Länge des Messdrahtes bezeichnet, bei welchen das in die eigentliche Brücke geschaltete Galvanometer, einmal bei der ursprünglichen Schaltung der zu vergleichenden Widerstände, dann nach Vertauschung derselben keinen Ausschlag gibt. Was die Schaltung anbelangt, so werden die zu vergleichenden Widerstände mit einem Ende unter einander und mit dem einen Pole einer Batterie vereinigt, deren zweiter Pol mit der massiven Messingscala und durch diese mit dem beweglichen Contacte in Verbindung steht. Die freien Enden der Widerstände werden in zwei Quecksilbernäpfchen gelegt, von welchen dicke Kupferbügel zu zweien der vier Quecksilbernäpfchen des Umschalters führen. Dieser (siehe die schematische Fig. 221) besteht aus zwei dicken, unten gebogenen Kupferbügeln A und B, welche durch eine Hartgummispange C vereinigt werden. Letztere lässt sich längs einer Elfenbeinaxe im verticalen Sinn verschieben, so dass die Bügel beliebig in die unter ihnen stehenden Quecksilbernäpfchen eingetaucht oder aus ihnen herausgehoben werden können. Mit diesen Näpfchen stehen theils mittelbar, theils unmittelbar die Enden der zu vergleichenden Widerstände R und X, ferner die Enden r_1 und r_2 des Messdrahtes in der, aus der Figur ersichtlichen Weise in Verbindung. Von den Bügeln A und B führen Drähte zum Galvanometer in der eigentlichen Brücke. Bei der in der Figur angenommenen Bügelstellung stehen die Enden der Widerstände X und R mit dem Galvanometer und respective mit den Messdrahtenden r_2 und r_1 in Verbindung; wenn man aber die Bügel hebt, um 90^0 dreht und wieder senkt, communiciren dieselben Widerstände mit dem Galvanometer und respective mit r_1 und r_2, sind also in Bezug auf den Verzweigungsdraht mit einander vertauscht worden.

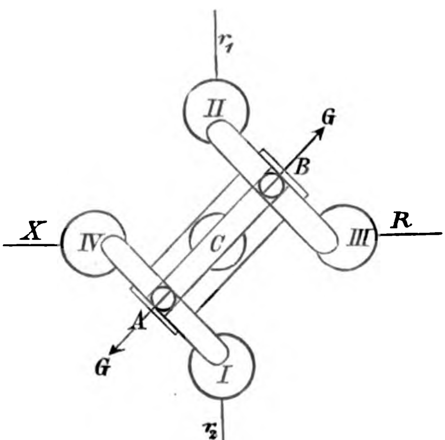


Fig. 221.

Dieselbe Firma stellte eine aus ganz einfachen Theilen zusammengesetzte Messbrücke aus, welche zur Messung sehr kleiner Widerstände, bis $^1/_{1000000}$ Einheiten, nach einer von Thomson angegebenen Methode bestimmt ist. Die Art der Schaltung wird aus der schematischen Zeichnung Fig. 222 klar. Die Metallstange M, deren Widerstand bestimmt werden soll, wird zwischen die Messinggabeln gg, von welchen die eine fix, die andere auf Schienen verschiebbar ist, gelegt und eventuell zur Sicherung eines guten Contactes beschwert. An den Theil h der einen Gabel ist das eine Ende des Etalons N, eines dicken, neben einer Millimeterscale aufgespannten Neusilberdrahtes geklemmt, während das zweite

Ende eine Klemme zur Aufnahme des einen Zuleitungsdrahtes für den Batteriestrom besitzt, dessen zweiter Zuleitungsdraht zum Theile i der beweglichen Gabel führt. Von den Gabeltheilen k und l zweigen Drähte von verschwindendem Widerstande zu den beiden Klemmen eines symmetrischen Rheostaten ab, dessen beide andere Klemmen ebenfalls durch Drähte geringen Widerstandes mit den beweglichen Contacten cc und durch diese mit dem Etalon in Verbindung stehen. Der Rheostat trägt ferner noch zwei Klemmen für die Zuleitungsdrähte eines Spiegelgalvanometers. In die Zweige ol und nk werden stets je zehn Einheiten, in die Zweige pc und mc je zehn oder je tausend Einheiten geschaltet. Stellt man nun die Contacte cc so, dass das Galvanometer bei geschlossenem Strome keinen Ausschlag gibt, so ist der Widerstand M der Metallstange zwischen den Berührungsstellen der Gabeln $M = \frac{n}{m} N$*), wenn man mit N den Widerstand des Etalons zwischen den Contacten cc, mit m und n die Rheostatwiderstände in den

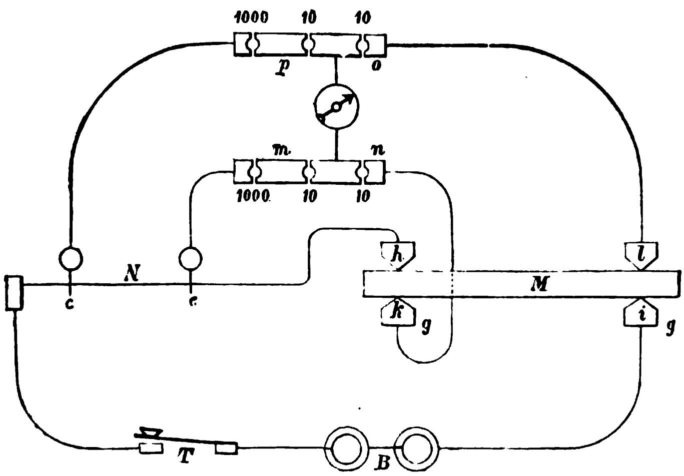


Fig. 222.

gleichnamigen Zweigen bezeichnet, gegenüber welchen die Widerstände der Verbindungsdrähte nicht in Betracht kommen. Das Verhältnis $\frac{n}{m}$ kann mit Hilfe des Rheostaten entweder gleich 1 oder $^1/_{100}$ gemacht werden. Eine dem Apparate beigegebene Tabelle enthält für jede in Millimetern gegebene Länge des Etalonstückes N den Werth in Widerstandseinheiten. Fig. 223 zeigt den Apparat in der ihm von Siemens gegebenen Form.

E. Hartmann & Co in Würzburg exponirte eine nach Angaben von Prof. Kohlrausch construirte Wheatstone'sche Brücke in Walzenform (Fig. 224). Da das Ausspannen des Verzweigungsdrahtes im Allgemeinen eine unverhältnismässige Länge des Apparates zur Folge hat, umgeht Kohlrausch dasselbe, indem er den Verzweigungsdraht, ähnlich wie bei Jacobi's Rheostaten, auf einer Serpentinwalze aufwindet, wodurch noch der Vortheil erzielt wird, dass sich Temperaturdifferenzen

*) Vergl. Wiedemann, Lehre von der Elektricität. Bd. I. pag. 463.

möglichst leicht ausgleichen. Die Enden des ungefähr 0·2 *mm* dicken, 3 *m* langen Neusilberdrahtes (von ungefähr 15 Einheiten Widerstand) werden an den getrennten Theilen der Cylinderachse befestigt, an welchen auch zwei aus Messingdrähten bestehende Bürsten als Stromzuleiter schleifen, da die Achsen mit ihren Lagern selbst keinen genügend sicheren Contact besitzen. Den beweglichen Contact vermittelt ein Röllchen, welches sich an einem parallel der Cylinderachse gestellten Stifte, der auf zwei an das Fussbrett des Apparates geschraubten Trägern ruht, verschiebt und durch Federn gegen den Draht gedrückt wird. An denselben Trägern ist auch dicht neben der Rolle eine Scala angebracht, mittelst welcher man die Anzahl der vollständigen Walzenumdrehungen bestimmt, während die Bruchtheile einer Umdrehung an einer an dem Rande der Walze eingegrabenen Theilung, deren Theilstriche bei der Drehung an einer fixen Marke vorübergehen, abzulesen sind. Der Fuss des Instrumentes enthält noch Vergleichswiderstände von 1, 10, 100, 1000 Einheiten. Diese Brücke ist gewöhnlich noch mit einem Inductionsapparate zur Erregung von Wechselströmen verbunden und dient dann

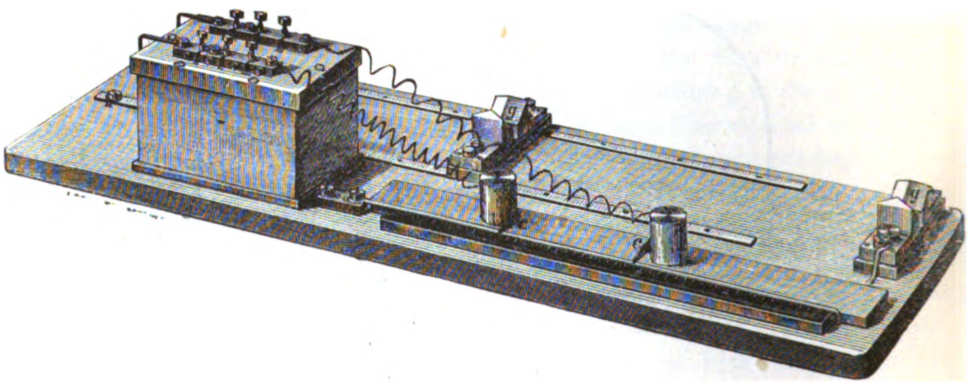


Fig. 223.

zur Messung des Widerstandes von Elektrolyten, wobei in die Wheatstone'sche Brücke im engeren Sinn an Stelle des Galvanometers ein Telephon einzuschalten ist.

Ganz deutlich trat einem aufmerksamen Beobachter bei vielen der ausgestellten Objecte das Bestreben entgegen, die Messapparate, deren sich ja jetzt nicht nur der Physiker, sondern auch der Praktiker bedient, in möglichst handlicher Form zu liefern. So ist auch bei der Wheatstone'schen Brücke für praktische Messungen an die Stelle des Verzweigungsdrahtes, der durch seine Länge unbequem wird, fast durchgehends der viel compendiösere Verzweigungs-Rheostat getreten, in dem sich, symmetrisch um eine Klemme in einer Reihe angeordnet, paarweise Widerstandsrollen gewöhnlich zu 1, 10, 100 und 1000 Einheiten befinden. Die beiden Endklemmen eines solchen Rheostaten dienen zum Befestigen der Galvanometerdrähte, die Mittelklemme zur Zuleitung des Stromes, oder auch umgekehrt. Gegenüber der ursprünglichen Form der Wheatstone'schen Brücke bietet diese Anordnung noch den Vortheil, dass man Mass und zu messende Grösse nicht nur auf das Verhältnis 1 : 1, sondern auch 1 : 10 und 1 : 100 prüfen kann. Die Ver-

zweigungs-Rheostate sind fast durchgehends nach dem Vorgange von Siemens unmittelbar mit einem Rheostaten vereinigt, der gleichzeitig noch einen Taster zum Oeffnen und Schliessen des Stromes enthält, so dass nunmehr Brücke, Widerstandskasten und Schlüssel nicht mehr Raum einnehmen als früher erstere allein. Auch der früher beschriebene Rheostat von Breguet ist unmittelbar mit einem solchen Verzweigungs-Rheostaten (*ABC*) versehen, eine Combination, welche, wie die Ausstellung zeigt, bereits in allen Ländern adoptirt wurde.

Bei der mannigfachen Form der Verzweigungs-Rheostate und der Art der Verbindung mit dem Rheostaten, mag es manchmal schwierig erscheinen, die Verbindungen mit dem Galvanometer, dem zu messenden Widerstande und der Batterie vorzunehmen. Hiebei kann die Regel gute Dienste leisten, dass an jedem der vier durch Klemmen markirten Knotenpunkte drei Stromzweige, und aus einer schematischen Zeichnung ist leicht zu ersehen welche, zusammentreffen

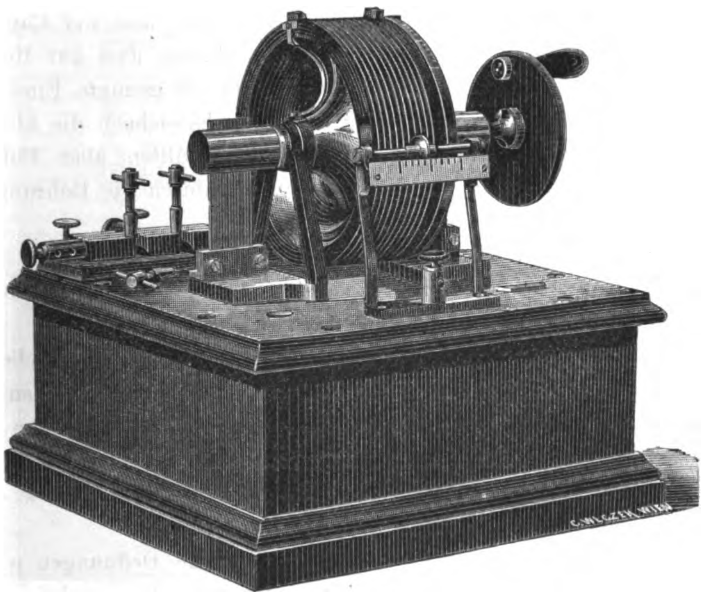


Fig. 224.

müssen. Bei einigen ausgestellten Rheostaten mit Brücke war die Art der Verbindung durch die entsprechende Bezeichnung der Klemmen (z. B. mit *B*, *W*, *G*) ersichtlich gemacht.

Alle besprochenen Vorzüge besitzt ein Apparat, welcher im technischen Bureau der Telegraphen-Verwaltung in Rom entworfen und ausgeführt wurde und der in der italienischen Abtheilung zu sehen war. Es ist dies ein Verzweigungs-Rheostat in kreisrunder Form mit einem empfindlichen Galvanometer im Centrum, dessen Windungen die Wheatstone'sche Brücke im engeren Sinn des Wortes bilden. Das Ganze umschliesst ein Vergleichs-Rheostat in einem grösseren concentrischen Kreise. Ausser einer entsprechenden Anzahl von Klemmen zeigte das Instrument noch drei Knöpfe als Köpfchen von Tastern, welche die Bezeichnung +, — und *G* trugen und gestatteten, dass man den Strom durch einen einfachen

Druck in der einen oder anderen Richtung durch das Leitersystem schickt oder das Galvanometer in den Stromkreis einschaltet.

4. Messtisch für elektrische Messungen.

Die Aufgaben, welche dem messenden Praktiker gestellt werden, weisen keine grosse Mannigfaltigkeit auf. Dieser Umstand brachte die Constructeure auf die Idee, Messtische für elektrische Messungen derart zu construiren, dass sie nicht nur die zur Messung nothwendigen Apparate, sondern auch die den angewendeten Methoden entsprechende Art der Schaltung, deren Anlegung oft sehr zeitraubend werden kann, enthalten.

Ein sehr schönes Exemplar eines solchen, für ganz bestimmte Zwecke angelegten Messtisches brachte Bréguet zur Ausstellung. Er enthielt die Apparate und Schaltungen zur Bestimmung von Leitungs-Säulen- und Isolationswiderständen, zur Messung elektromotorischer Kräfte und der Capacitäten von Kabeln und Condensatoren in so praktischer Anordnung, dass zur Herstellung der einzelnen Leitungen ein einfaches Umsetzen von Stöpseln genügte. Eine schematische Zeichnung desselben gibt Fig. 225.*) In derselben bezeichnen die kleinen weissen Kreise durchgehends Klemmen, die schwarz ausgefüllten aber Bohrungen zur Aufnahme von Stöpseln, die zur Verbindung der durch die Bohrung getrennten gut leitenden Theile dienen.

Die auf dem Messtisch befindlichen Apparate sind:

Ein Thomson'sches Spiegelgalvanometer, (1), mit Lampe und Scale (2). (Näheres darüber folgt an anderer Stelle).

Ein vielfacher Batteriewähler (3), welcher dazu dient, eine beliebige Anzahl der angewendeten Elemente auf Quantität zu schalten. Es werden nämlich die gleichnamigen Pole, z. B. die positiven mit den einzelnen Klemmen von (3), die negativen aber unter einander und mit a verbunden. Je nachdem man nun eine, zwei, drei u. s. w. Bohrungen stöpselt, sind ein, zwei, drei u. s. w. Elemente zu einem einzigen mit den Polen in a und b verbunden.

Ein Stromwechsler (4), welcher, je nachdem die Oeffnungen α und β oder γ und δ gestöpselt werden, den Strom in der von ihm ausgehenden Leitung umkehrt.

Zwei Stromwähler (5) und (5'), welche den Strom je nach der Art der Stöpselung in α, β, oder γ, δ in den einen oder den anderen der zwei getrennten Stromkreise schicken.

Ein Rheostat (6) sammt Verzweigungs-Rheostat (*ABD*).

Ein aus getrennten Hälften bestehender Rheostat (7).

Ein Rheostat (8) mit Widerständen bis zu 100.000 Einheiten.

Zwei Stromunterbrecher (9) und (9').

Ein Zweigwiderstandskasten (10) (Shunt), welcher je nach der Art der Stöpselung, zum Galvanometer einen Nebenschluss respective von $^1/_9$, $^1/_{99}$, $^1/_{999}$ des Galvanometer-Widerstandes bildet, so dass in Folge dessen das Galvanometer nur

*) Mit unwesentlichen Veränderungen nach einer Skizze, die uns von der Firma in der freundlichsten Weise zur Verfügung gestellt wurde.

respective der zehnte, hundertste oder tausendste Theil des ursprünglichen Stromes durchfliesst.

Ein Schlüssel mit Kurzschluss (11), durch welchen das Galvanometer gänzlich aus dem Stromkreise geschaltet werden kann.

Ein Entladungsschlüssel (12) zur Entladung des Condensators (14), der aus zwei mit den Klemmen *p* und *q* verbundenen Staniolblättern besteht, die auf beiden Seiten eines mit Paraffin getränkten Papierblattes aufgeklebt sind und so die Belegungen einer Franklin'schen Tafel bilden. Die Blätter sind entsprechend gefaltet und in einem kleinen, kreisrunden Kästchen verwahrt. Die Capacität des Condensators (14) beträgt gewöhnlich $^1/_3$ Mikrofarad.

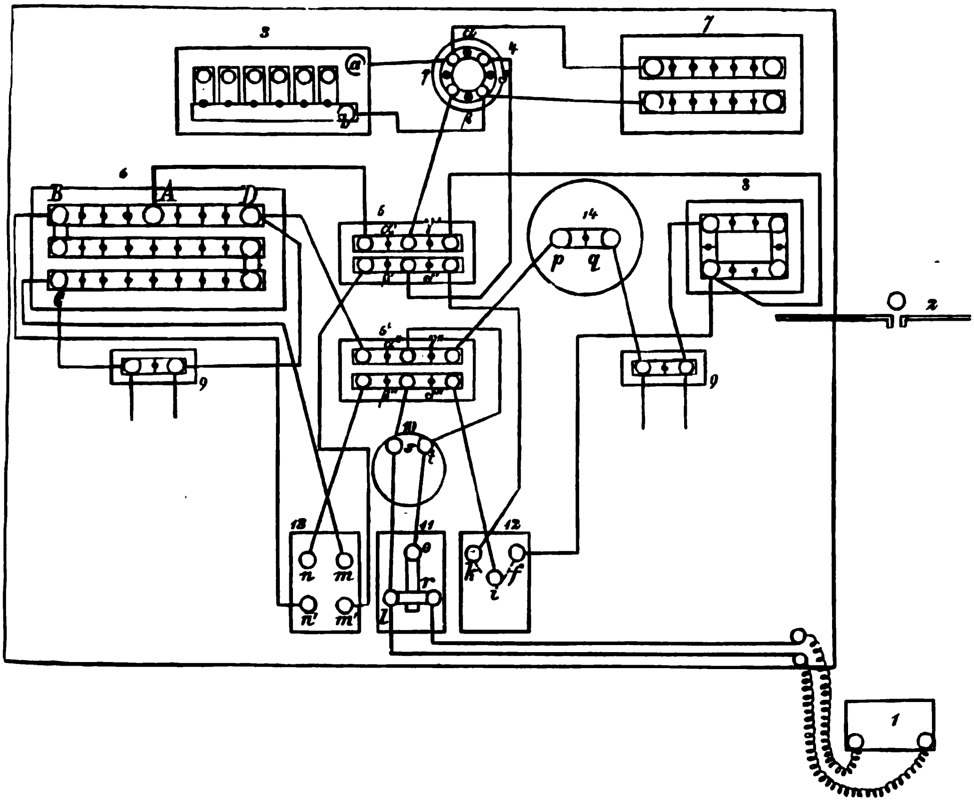


Fig. 225.

Endlich ein Schlüssel mit doppeltem Contacte (13), der gestattet, dass man durch einen Druck zuerst die Klemmen *mm'* und erst dann *nn'* leitend verbindet.

Die Schaltung ist derart angelegt, dass man zwei vollständig getrennte Stromkreise, wovon der eine die linke, der andere die rechte Seite des Tisches umfasst, zur Verfügung hat. Der erste dient zu den Messungen mit Hilfe der Wheatstone'schen Brücke, der andere zu directen Messungen und solchen mittelst Condensator. Die Art der Verbindung der Apparate wird am deutlichsten hervortreten, wenn wir die verschiedenen Arten der Messungen einzeln in's Auge fassen.

W i d e r s t a n d s - M e s s u n g. Der zu bestimmende Widerstand wird zwischen die Klemmen des linksseitigen Stromunterbrechers (9), als vierter Zweig der Wheatstone'schen Brücke geschaltet, worauf man in (5) die Bohrungen α' und β' in (5') α'', β'' stöpselt.

In (10) stellt man, ebenfalls durch entsprechende Stöpselung, den für die Messung passenden Nebenschluss des Galvanometers her und hebt die Verbindung von o mit l auf, während man die von o mit r hergestellt. Der Strom geht von der Batterie zum Commutator, dann nach (5) über α' zur Klemme A, wo er sich in die passende Widerstände enthaltenden Zweige AB und AD spaltet, deren Endpunkte B und D zugleich die Endpunkte der Galvanometerleitung, der eigentlichen Brücke, sind, die wir vorläufig ausser Acht lassen. Von B führt der Strom durch den Rheostaten zum Punkte C, zu welchem auch der von D kommende und durch den zu messenden Widerstand gehende Stromzweig gelangt. Von hier verfolgt der Strom, sobald bei mm' die Verbindung hergestellt wird, seinen Weg über mm' wieder nach (5) und über β' und den Stromwechsler zur Batterie zurück. Der eigentliche Brückenzweig geht von D nach (5') durch α'', nach t, über or in's Galvanometer, zurück über $ls\beta''nn'$ nach B. Die Messung erfolgt nach der unter (I) beschriebenem Methode.

Die Messung von C a p a c i t ä t e n wird nach der Methode (VI) vorgenommen. Zur Ladung des Condensators (14) stöpselt man in (5) und (5') $\gamma'\delta'\gamma''\delta''$ und stellt die Verbindung zwischen o und l, i und k her. Der eine Batteriepol ist auf diese Weise durch die Schliessung (4), (5) γ', Rheostat (8), den nunmehr gestöpselten Stromunterbrecher (9') mit der inneren Belegung q, der andere durch 4, 5, δ', k, i, δ'' s, l, o, t, γ'' mit der Belegung p in Verbindung, so dass sich der Condensator lädt. Die Entladung desselben durch das Galvanometer geschieht, indem man einerseits im Schlüssel (11) die Verbindung von o mit l aufhebt, mit r herstellt, ferner im Entladungsschlüssel (12) durch einen Druck i und k trennt und f mit i vereinigt. Hiedurch wird der Batteriestrom unterbrochen und gleichzeitig der Condensator vermittelst der Leitung q, (9'), (8), f, i, δ'', s, l, (1), r, o, t, (5') γ'', p entladen. Hierauf schaltet man den Condensator aus, indem man p und q durch den zwischengesteckten Stöpsel vereinigt, setzt das Object dessen Capacität bestimmt werden soll, bei (9') ein und lädt und entlädt es wieder in der beschriebenen Weise.

Die Vergleichung e l e k t r o m o t o r i s c h e r Kräfte erfolgt nach der Methode (V). Die Art des Vorganges ist nach dem Gesagten klar.

Die Messung grosser Widerstände, z. B. Isolationswiderstände, erfolgt entweder mittelst der Wheatstone'schen Brücke oder nach der unter (II) beschriebenen Methode. Die Einführung des grossen Widerstandes geschieht durch Entstöpselung des Rheostaten (8). Der zu messende Widerstand wird bei (9') geklemmt. Die Schaltung wird genau so wie zur Ladung des Condensators angelegt, nur dass dieser durch Stöpselung aus dem Stromkreise ausgeschaltet, das Galvanometer aber in denselben einbezogen wird.

M e s s u n g d e s i n n e r e n W i d e r s t a n d e s v o n B a t t e r i e n. Die möglichen Schaltungen gestatten die Messung solcher Widerstände nach mehrfachen Methoden, doch enthält der Tisch auch eine besondere Einrichtung zur Messung

nach der Methode von Thomson (III). Der directe Strom geht hiebei von dem Commutator (4), in welchem α und β gestöpselt sind, nach (5), über α' nach A und von hier nach B (da der Stromzweig AD für diese Messung unterbrochen werden kann), durch den Rheostaten nach C über (9) nach D, hierauf in (5') über α'', t, o, r in's Galvanometer und dann über s, δ'', i, k, δ', (4) zur Batterie zurück. Die Nebenschliessung wird angelegt, indem man die Endklemmen des Rheostaten (7) durch eine Metallspange vereinigt.

Wie man sieht, können also die verschiedensten Messungen fast ohne Zeitverlust unmittelbar nach einander vorgenommen werden.

5. Universal-Galvanometer.

Ein Instrument, welches gleichfalls mehreren Zwecken dient, ist das von Siemens construirte Universal-Galvanometer, das in dem Decennium, seit dem es construirt wird, sich in den Telegraphen-Bureaus fast aller Länder eingebürgert hat. Trat es uns doch sogar in der Exposition des türkischen Reiches, wo es in den Werkstätten der Telegraphen-Verwaltung hergestellt wird, entgegen, ohne dass es ausser der türkischen Bezifferung der Scale besondere Aenderungen aufgewiesen hätte. Der Name des Instrumentes rührt von der allgemeinen Verwendbarkeit her, indem es sowohl zu Widerstandsmessungen als auch zur Bestimmung elektromotorischer Kräfte und Stromstärken dienen kann.

Die wesentlichen Theile des Instrumentes (Fig. 226) sind ein astatisches Galvanometer, ein Rheostat zu drei Widerstandsrollen von 10, 100 und 1000 Einheiten, die unter dem Galvanometer kreisförmig aufgewunden sind, ferner der kreisförmig aufgespannte Messdraht, welcher in einer Nuth an der Peripherie einer Schieferplatte, die eine Kreistheilung trägt, liegt und genau $^5/_6$ derselben umfasst.

Der bewegliche Contact wird durch ein kleines zwischen Spitzen laufendes, an der Peripherie schwach concaves Platinröllchen bewerkstelligt, gegen welches zur Sicherung des Contactes eine Feder drückt. Die Enden des Galvanometerdrahtes, des Messdrahtes und der Widerstandsrollen stehen mit den vier, am Apparate sichtbaren Klemmen in derartiger Verbindung, dass man unmittelbar nach der unter (I) angegeben Methode einen zwischen die Klemmen II und IV (welch' letztere mit III durch einen Stöpsel in Contact steht) gebrachten Widerstand mit einer der Rheostatrollen, die man in der gewöhnlichen Weise durch Herausnehmen eines Stöpsels einschaltet, vergleichen kann. Die Pole einer Batterie werden zu diesem Behufe mit den Klemmen I und V, welch' letztere mit II durch einen Taster in Verbindung gesetzt werden kann, verbunden, worauf man das Contactröllchen so lange verschiebt, bis das Galvanometer beim Stromschlusse, der bei dem Niederdrücken des Tasters erfolgt, keinen Ausschlag zeigt. Steht hiebei eine mit der Rolle verbundene Marke beim Theilsteiche α, so findet man den gesuchten Widerstand, da der Messdraht von der Mitte aus nach rechts und links in 150 Theile getheilt ist, indem man den Rheostat-Widerstand mit dem Bruche $\frac{150 - \alpha}{150 + \alpha}$ oder seinem reciproken Werthe multiplicirt, je nachdem die

richtige Einstellung der Rolle auf der einen oder anderen, mit *A* oder *B* bezeichneten Seite des Instrumentes stattgefunden.

Elektromotorische Kräfte werden nach der unter (IV) angegebenen Methode von Dubois Reymond gemessen. Hiebei wird die Verbindung der Klemmen III und IV unter einander aufgehoben und jede der Rheostatrollen gestöpselt. II und III verbindet man mit den Polen einer constanten Säule, I und IV mit den Polen des zu messenden Elementes und sucht dann wieder die Einstellung α der Rolle, bei welcher kein Galvanometerstrom vorhanden ist. Denselben Vorgang schlägt man nach der Vertauschung des zu messenden Elementes mit einem Normalelemente ein, wobei man die Einstellung α' erhält. Die elektromotorischen Kräfte beider Elemente verhalten sich dann wie die Grössen $150 \pm \alpha$ und $150 \pm \alpha'$.

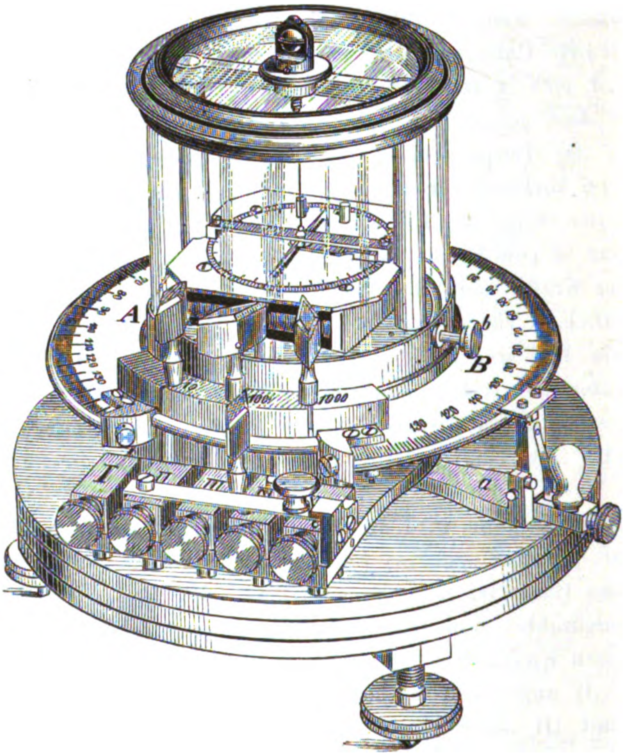


Fig. 226.

Die Messung von Stromstärken mit Hilfe des Universal-Galvanometers, das in diesem Falle als Sinusbussole functionirt, wird durch die Drehbarkeit der Schieferplatte, auf welcher das Galvanometer sitzt, ermöglicht, wobei die nunmehr feststehende Marke des Röllchens als Mittel zum Ablesen des Drehungswinkels dient.

Das von Siemens & Halske ausgestellte Original-Instrument erhielt eine Zugabe die eine sinnreiche, praktische Verwerthung theoretischer Sätze genannt werden muss. Der kleinste Widerstand im Rheostaten des Universal-Galvanometers beträgt zehn Einheiten. Sollten nun bedeutend kleinere Widerstände gemessen werden,

so musste das Contactröllchen in die Nähe des Messdrahtendes geschoben werden, ein Umstand, der auf die Genauigkeit der Messung sehr ungünstig einwirkt. Diesem Uebelstande begegnet nun Siemens durch eine Neuerung, ohne dass die Anzahl der Widerstandsrollen im Rheostat vergrössert wird. Den neueren Instrumenten ist nämlich ein Stöpsel mit etwas grösserem Kopfe beigegeben, welcher, sobald man ihn an Stelle des Zehnerstöpsels einsetzt, bewirkt, dass der eingeschaltete Widerstand nur eine Siemens-Einheit beträgt. Im Kopfe des Stöpsels befindet sich nämlich eine Rolle von $^{10}/_{9}$ Widerstands-Einheiten, deren Enden mit zwei, durch ein zwischengestecktes Elfenbeinplättchen isolirte Metallstücke des unteren Theiles verbunden sind. Letztere legen sich beim Einsetzen dieses Stöpsels an die Metallklötzchen, die mit den Enden der Zehnerrolle in Contact stehen, so dass die Stöpsel- und die Rheostatrolle neben einander in den Stromkreis eingeschaltet sind. Der Gesammtwiderstand w einer solchen Stromverzweigung, deren einzelne Theile respective die Widerstände w_1 und w_2 bieten, rechnet sich aus der bekannten Gleichung: $\frac{1}{w} = \frac{1}{w_1} + \frac{1}{w_2}$. Setzt man in dieselbe die für den vorliegenden Fall geltenden Werthe $w_1 = 10$; $w_2 = \frac{10}{9}$ ein, so resultirt die Gleichung: $\frac{1}{w} = \frac{1}{10} + \frac{9}{10} = 1$, aus welcher man ersieht, dass der Gesammtwiderstand in der That durch dieses Verfahren auf die Einheit reducirt wurde.

Siemens & Halske stellte auch eine neue Form des Instrumentes aus, in der es zur Bestimmung der Leitungsfähigkeit blanken Kupferdrahtes von sehr geringem Widerstande (bei einem Durchmesser von 0·5 *mm* — 3 *mm*) geeignet, in Folge dessen aber nur einer sehr speciellen Anwendung fähig ist.

Siemens umgeht die Schwierigkeit, die in der directen Messung so geringer Widerstände liegt, dadurch, dass er an die Stelle des Stöpsel-Rheostaten seines Universal-Galvanometers einen Kupferdraht von bekannten Dimensionen und bekannter Leitungsfähigkeit setzt, der unter einem hölzernen Schutzdache, um eine Rolle laufend, ⊂förmig auf dem horizontalen Fussbrette aufgespannt ist. Damit nicht unbemerkt Veränderungen an diesem Normaldrahte vorgenommen werden können, sind die Klemmen, welche seine Enden festhalten, mit dem Siemens'schen Siegel versehen. Von dem Drahte, dessen Leitungsfähigkeit bestimmt werden soll, wird ein Stück von einem Meter Länge in gleicher Weise wie der Normaldraht zwischen Klemmen aufgespannt. Die nothwendigen Verbindungen derselben mit den entsprechenden Klemmen des Universal-Galvanometers, das auf demselben Brette montirt ist, bestehen aus dicken Kupferspangen. Der bei der Messung einzuschlagende Vorgang gleicht in allen Stücken jenem, welcher bei Widerstandsmessungen mit dem Universal-Galvanometer angewendet werden muss. Aus der Ablesung, welche für den richtigen Stand der Rolle an der Scale zu machen ist, ferner aus dem leicht zu bestimmenden Gewichte des Drahtes lässt sich seine Leitungsfähigkeit berechnen, welche Rechnung aber mit Zuhilfenahme der beigelegten, nach den beiden Argumenten, Ablesung und Gewicht fortschreitenden Tabellen umgangen werden kann.

6. Spiegel-Galvanometer.

Der grösste Fortschritt der letzten Jahre in Bezug auf wissenschaftliche Instrumente bekundete sich, wie die Ausstellung zeigte, an jenen Apparaten, die zur Bestimmung von Stromintensitäten dienen. Sowohl die obere als auch die untere Grenze ihrer Anwendbarkeit wurde hinausgeschoben; denn einerseits stellte die Praxis die Aufgabe, die vorhandenen Messinstrumente in einer Weise zu modificiren oder neue derart herzustellen, dass sie zur Messung der enormen Stromintensitäten, wie sie von elektrischen Maschinen geliefert werden, genügten, andererseits wieder machte das Verlangen der Physiker nach immer grösserer Genauigkeit elektrischer Messungen die Construction von Apparaten nothwendig, welche die Messungen der Intensität, oder doch wenigstens den Nachweis der Existenz fast verschwindender Ströme ermöglichen.

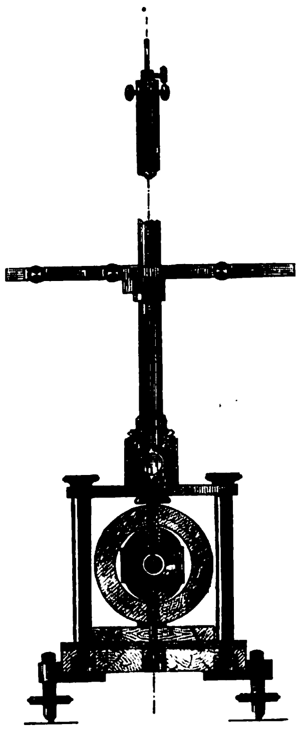


Fig. 227.

Zu der letztgenannten Sorte von Apparaten gehören die Spiegel-Galvanometer, welche in zwei wesentlichen Hauptformen in zahlreichen Exemplaren auf der Ausstellung vertreten waren. Ihrer Constructionsweise nach schlossen sie sich entweder an das bekannte Wiedemann'sche Instrument oder an das astatische Spiegel-Galvanometer von Thomson an.

So stellte Edelmann in München ein sehr schön gearbeitetes Exemplar seines Spiegel-Galvanometers für absolute Messungen (Fig. 227) aus, welches auch bei den Arbeiten der wissenschaftlichen Commission in Verwendung stand. Auf einem massiven Dreifusse bauen sich bei demselben über einander successive der kupferne Dämpfer, das Gehäuse für den Spiegel und die Torsionsröhre sammt Torsionsknopf auf, während sich seitlich vom Gestelle zwei dicke, prismatische, mit Millimetertheilung versehene Schienen erstrecken, längs welcher sich die Träger der Stromkreise verschieben lassen. Der ringförmige Magnet steht durch ein Schildpattstäbchen, dessen Elasticität keine dauernde Deformation zulässt, in derartiger Verbindung mit dem Spiegel, dass dieser in Bezug auf die Achse des Magnetes beliebig gerichtet werden kann. Der magnetische Ring schwingt in der concentrisch ausgehöhlten dämpfenden Kupferkugel fast vollständig aperiodisch und kann durch einen an der messingenen Torsionsröhre verschiebbar angebrachten Compensationsmagnet zur Steigerung der Empfindlichkeit des Instrumentes beliebig astasirt werden. Der Torsionsknopf der Fadensuspension ist vermittelst dreier Schrauben zu centriren und kann durch eine vierte in der richtigen Lage festgeklemmt werden.

Eine sehr vortheilhafte Einrichtung zeigen die für die Aufnahme der Stromkreise bestimmten Träger, Messingscheiben, welche auf zweien, längs des früher

genannten Prismas verschiebbaren Schlitten ruhen, die ihrerseits wieder an beliebiger Stelle festgeklemmt werden können. Durch passend angebrachte Schrauben sind diese Scheiben in jeder beliebigen Lage zu fixiren und können mithin sehr genau unter einander parallel und auch parallel mit der Ebene des magnetischen Meridians eingestellt werden. Das Instrument dient auch als Magnetometer zu Ablenkungs- und Schwingungsversuchen, zu welchem Zwecke man an eine der Scheiben eine cylindrische Hülse zur Aufnahme des gleichfalls cylindrischen Ablenkungsmagnetes anschrauben kann.

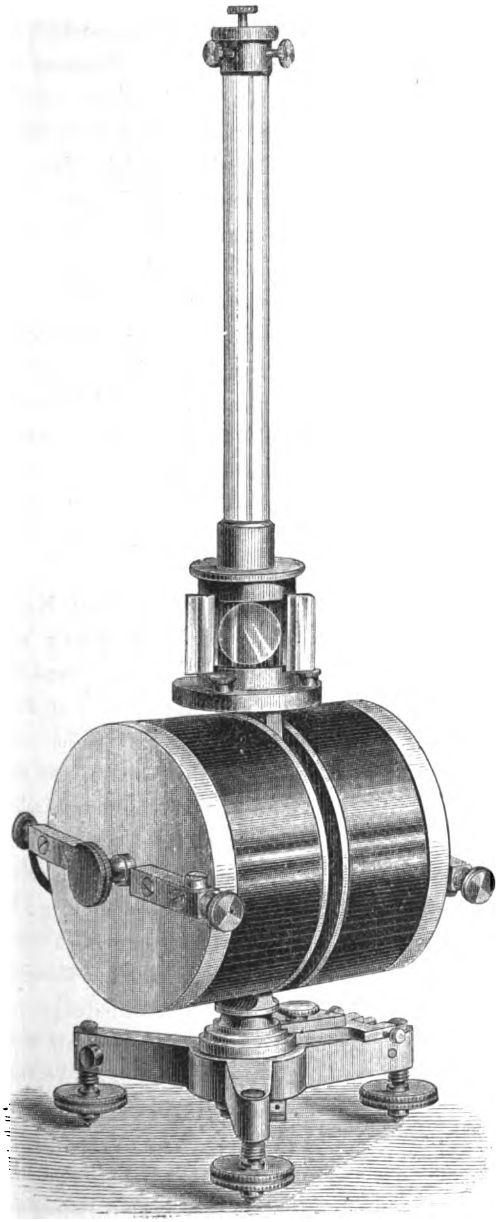


Fig. 228.

Das von Siemens construirte und ausgestellte Spiegel-Galvanometer (Fig. 228) zeichnet sich durch die eigenthümliche Form seines



Fig. 229.

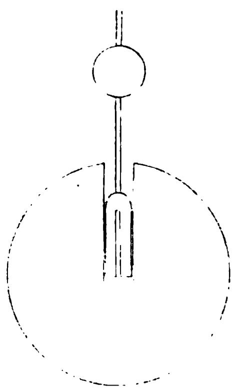


Fig. 230.

Magnetes und Dämpfers aus. Der Magnet (Fig. 229) wird aus einem oben durch eine Calotte geschlossenen, ungefähr 1 *cm* weiten und 3 *cm* langen Stahlrohr construirt, indem man dieses an zwei diametral gegenüberliegenden Stellen aufschneidet, worauf beide Theile entgegengesetzt magnetisirt werden. Dieser Glockenmagnet hängt vermittelst eines Stiftes, dem Träger eines leicht verschiebbaren und drehbaren Spiegels, an einem Coconfaden, der durch eine feine Oeffnung im Messingdeckel der ihn umschliessenden Torsionsröhre zu einer kleinen Welle geht, mittelst welcher der Magnet gehoben und gesenkt werden kann. Durch Anwendung dreier Schrauben ist der Deckel mit

dieser Oeffnung und mithin auch Coconfaden und Magnet, genau zu centriren. Die Torsionsröhre sitzt auf einem nach allen Seiten drehbaren Gehäuse, das dem Spiegel gegenüber eine mit Glasplatte verschlossene Oeffnung besitzt. Der Magnet senkt sich in die cylindrische Bohrung einer Kupferkugel (Fig. 230) derart ein, dass er gerade noch Raum zur Bewegung hat. Die Dämpfung ist in Folge dieser Construction ausgezeichnet, die Bewegungen des Magnetes geschehen vollkommen aperiodisch und es wird noch ferner der Vortheil erzielt, dass die Dämpfung bei den verschiedensten Ausschlägen des Magnetes dieselbe bleibt. Die stromleitenden Rollen des Instrumentes, welche zahlreiche Windungen dünnen Drahtes enthalten, werden dicht an den kugelförmigen Dämpfer angeschraubt und sind durch Wachstuchhüllen gegen schädliche äussere Einflüsse geschützt.

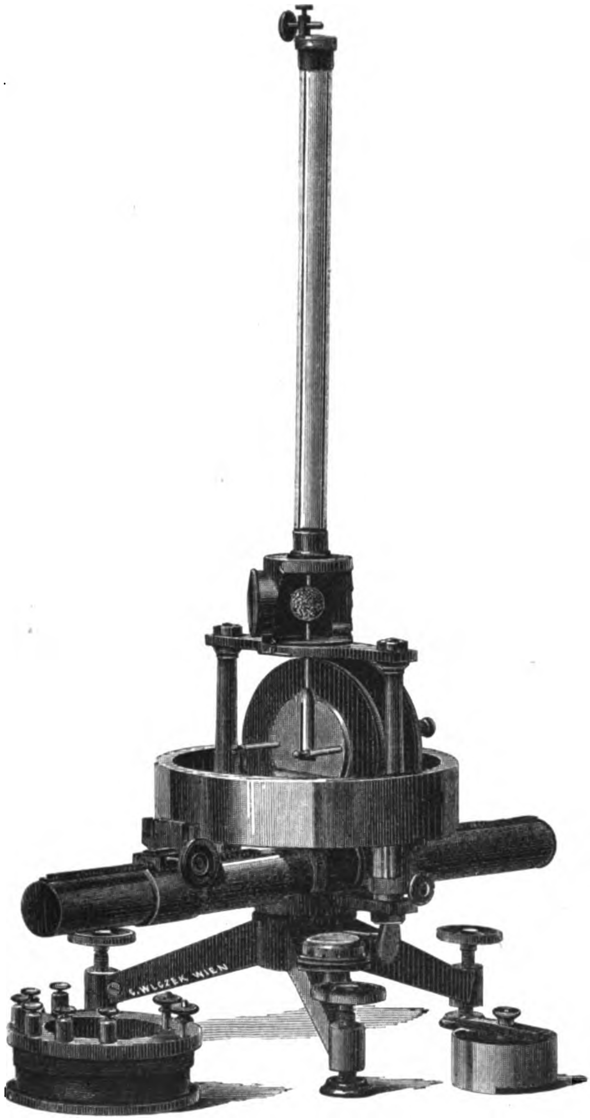


Fig. 231.

Unter den von Hartmann in Würzburg ausgestellten Objecten befand sich ein nach Angaben von Prof. Braun in Karlsruhe construirtes Instrument, das sich ebenfalls der Wiedemann'schen Form anschliesst, aber mannigfache Verbesserungen in seiner Construction aufwies. (Fig. 231.) Die Multiplicatorrollen desselben lassen sich auf Messingröhren durch Zahnstange und Trieb leicht bewegen, ein nicht zu unterschätzender Vortheil gegenüber Instrumenten, bei welchen diese Verschiebung mit der Hand bewerkstelligt werden muss. Der Betrag der Verschiebung wird an einer Millimetertheilung abgelesen, welche direct an den Messingröhren angebracht ist. Auch der aus elektrolytischem Kupfer hergestellte Dämpfer bietet einige Neuerungen. Er setzt sich aus zwei Hälften zusammen, deren eine mit dem Körper des Instrumentes durch einen massiven

Kupferträger in fester Verbindung steht, während die andere, frei bewegliche, von der ersten abgenommen werden kann. Der Mechanismus, durch welchen beide an einander gepresst werden, ist einfach und zweckentsprechend. Eine an der beweglichen Dämpferhälfte angebrachte, um ein Stiftchen drehbare Spange, wird durch eine Schraube, die gleichzeitig gegen den Kupferkörper drückt, an die Köpfchen zweier Kupferstiftchen gepresst, die sich am Rande der festen Dämpferhälfte befinden und durch entsprechende Bohrungen der beweglichen gehen. Sind beide Dämpferhälften vollständig aneinander gepresst, so umschliessen sie den Siemens'schen Glockenmagnet so enge, dass er gerade noch genügenden Spielraum zur Bewegung hat. Seine Schwingungen geschehen dann natürlich aperiodisch. Durch Heben des Magnetes mittelst einer auf dem Torsionsknopfe sitzenden Welle kann man ferner den Grad der Dämpfung beliebig reguliren. Der Spiegel lässt sich an der Aluminium-Aufhängestange des Magnetes mit sanfter Reibung verschieben und drehen. Eine Centrirvorrichtung für den Aufhängefaden ist nicht vorhanden, doch justirt die Firma den Apparat stets derart, dass der Magnet sich ungehemmt bewegen kann, sobald eine am Fusse des Instrumentes befestigte Dosenlibelle zum Einspielen gebracht wird. In eigenthümlicher Weise wird die Astasirung des Magnetes zur Erhöhung der Empfindlichkeit erreicht. Ein ungefähr 4 *cm* breiter und 1 *cm* dicker Ring aus weichem Eisen, auf zwei massiven Trägern ruhend, umgibt das Instrument und kann um eine ablesbare Anzahl von Millimetern gehoben und in der neuen Lage wieder festgeklemmt werden. Dieser Eisenring, unter dem Einflusse des Erdmagnetismus magnetisirt, hebt die Wirkung des letzteren auf den Glockenmagnet zum grössten Theil auf und wird so die Ursache einer mit der Ringstellung variirenden Empfindlichkeit des Instrumentes.

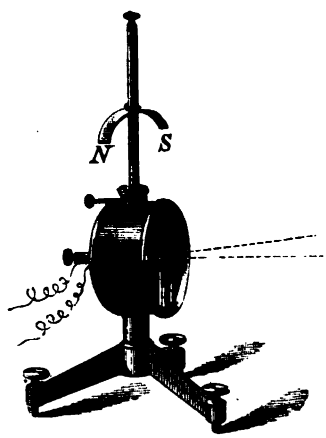


Fig. 232.

Immer grösserer Verbreitung erfreut sich jene Form des Spiegel-Galvanometers, welche Thomson dem Instrument ertheilte, der sowohl ein gewöhnliches, als auch ein astatisches Spiegel-Galvanometer construirt hat.

Beide Arten wurden von verschiedenen Firmen, in besonders schönen Exemplaren aber von Breguet zur Ausstellung gebracht. Die Magnetnadel des gewöhnlichen Thomson'schen Spiegel-Galvanometers (Fig. 232) ist ausserordentlich klein (3—5 *mm*) und auf den Rücken eines sehr dünnen Plan- oder häufiger Concavspiegels angekittet, der ungefähr 1 *cm* Durchmesser besitzt und gleichzeitig als dämpfender Flügel wirkt. Dieser Spiegel hängt an einem ausserordentlich kurzen Coconvfaden inmitten einer aus zahlreichen dünnen Windungen bestehenden Drahtrolle, deren messingenes Schutzgehäuse auf der einen Seite mit einem Glasdeckel versehen ist, damit das Licht ungehindert seinen Weg zum Spiegel findet. Die Drahtrolle ist derart gewickelt, dass die Dichte der Windungen von den Seiten gegen die Mitte nach einem bestimmten Gesetze zunimmt, so dass mit

der gegebenen Drahtmenge ein Maximum der Empfindlichkeit erzielt wird. Ueber dem Gehäuse lässt sich ein bügelförmiger Magnetstab an einer verticalen Messingstange verschieben und drehen. Er dient dazu, die genaue Einstellung des Lichtbildes auf den fixen Nullpunkt der Scala immer leicht zu ermöglichen und ferner das Galvanometer durch Astasirung der Nadel empfindlicher zu machen.

Bei dem astatischen Spiegel-Galvanometer (Fig. 233) werden zwei der oben beschriebenen Nadeln mit den entgegengesetzten Polen über einander angebracht und durch einen Alumindraht derart verbunden, dass jede derselben inmitten einer aus zwei getrennten Hälften bestehenden, nach dem besprochenen Gesetze bewickelten Rollen schwingt. Die Nadeln können mit Hilfe einer Schraube so weit gesenkt werden, dass sie auf der inneren Seite der Rollen anliegen und der Faden hiedurch entlastet ist. Die Rollen lagern sich über einander in ein massives Messinggestell, das auf einer Hartgummiplatte aufsitzt, welch' letztere durch Stellschrauben horizontal gestellt werden kann. Die Rollen sind beiderseits durch Messingplatten mit einer glasbedeckten Oeffnung im Centrum, geschlossen und unter einander durch kleine, an dieser Platte angebrachte Schräubchen verbunden. Die einzelnen freien Enden der Rollen führen zu vier, auf der Hartgummiplatte befindliche Klemmen, durch deren passende Verbindung man gewöhnlich fünf Combinationen der Rollen für verschiedene Widerstände des Galvanometers machen kann. Der ganze Apparat ist von einem Glasgehäuse umgeben, aus welchem nur ein verticaler Messingstab mit dem bereits früher beschriebenen Richtmagnet, der mit Zahnrad und Trieb sehr genau eingestellt werden kann, herausragt. Den Thomson'schen Galvanometern ist immer ein Widerstandskästchen beigegeben, welches Zweigwiderstände zu $^1/_9$, $^1/_{99}$, $^1/_{999}$ des Widerstandes der Galvanometerrollen enthält, so dass man durch Verwendung derselben die Empfindlichkeit des Instrumentes auf $^1/_{10}$, $^1/_{100}$, $^1/_{1000}$ der ursprünglichen bringen kann.

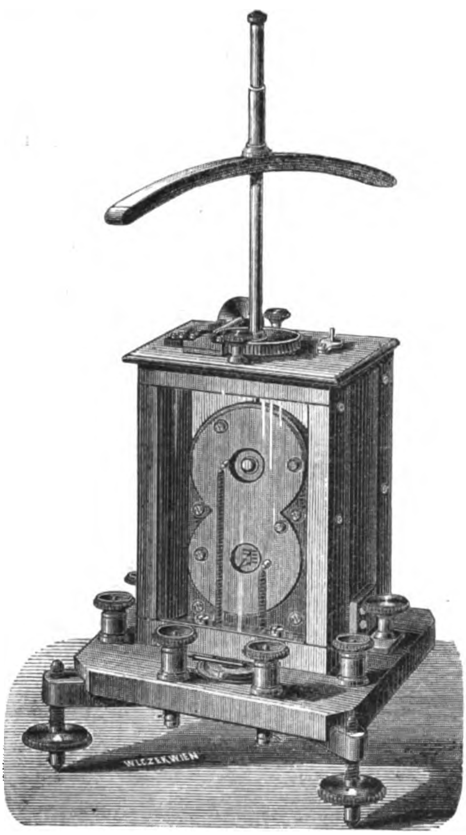


Fig. 233.

Unter der geringen Anzahl ganz neuer Typen von Apparaten zog in der Ausstellung vor allen Anderen das im Atelier Rhumkorff (Carpentier) construirte Galvanometer von Desprez & d'Arsonval (Fig. 234) die Aufmerksamkeit auf

sich, da es ein Beispiel eines ausserordentlich empfindlichen Galvanometers mit sehr geringem Widerstande seiner stromleitenden Theile bot. Während bei den Galvanometern der gebräuchlichen Constructionen durchgehends ein fixer Stromleiter einen beweglichen Magnet ablenkt, wirkt bei dem bezeichneten Instrumente ein fixer Magnet auf einen leicht beweglichen Stromleiter ein. Die dem Instrumente zu Grunde liegende Idee ist zwar nicht ganz neu, aber sehr sinnreich, und auch die vorliegende Ausführung derselben muss als vortrefflich bezeichnet werden. Der Apparat setzt sich aus sehr einfachen Bestandtheilen zusammen. Auf einer Hartgummiplatte wird durch vier Messingschienen in verticaler Lage ein aus drei dicken Lamellen bestehender Hufeisenmagnet festgehalten, zwischen dessen Schenkel ein rechteckiges Drahtgewinde an zwei Drähten aufgehängt ist, die gleichzeitig als Zuleitungen für den durch das Gewinde zuführenden Strom dienen. Der obere dieser Drähte ist mittelst einer Art Centrirvorrichtung in einem oben gebogenen, an die Grundplatte geschraubten Ständer befestigt, welcher mit der einen der beiden sichtbaren, für die Zuleitungsdrähte bestimmten Klemmen in Verbindung steht, während der andere Aufhängedraht zu einer mit der zweiten Klemme verbundenen geraden Messingfeder führt. Die Spannung der letzteren wird durch eine Schraube regulirt, so dass die Aufhängedrähte des Gewindes mehr oder weniger scharf angezogen werden können. Innerhalb des Drahtrahmens und von diesem gerade nur so weit entfernt, dass seine Bewegungen ungehindert vor sich gehen können, befindet sich, von dem früher genannten Ständer an einem seitlichen Arme getragen, ein Rohr aus weichem Eisen, welches durch den Hufeisenmagnet magnetisirt wird. Es dient zur Vergrösserung der Ablenkung, welche der bewegliche Stromleiter durch den fixen Magnet erleidet. Der Drahtrahmen trägt ferner ein kleines Concavspiegelchen, das beim Gebrauche des Instrumentes das Bild eines leuchtenden Objectes (einer feinen Spaltöffnung) auf einer Scale entwirft. Diese Einrichtung, die Ablenkung des Gewindes objectiv darzustellen, erweist sich für die meisten Zwecke bedeutend bequemer als die subjective Beobachtungsweise mittelst Fernrohr. Der ganze Apparat muss wegen der grossen Empfindlichkeit des leichtbeweglichen Rahmens gegen Luftströmungen sorgfältig vor diesen geschützt werden. Es geschieht durch einen, über ihn gestürzten Messingcylinder, welcher gegenüber dem Spiegel eine mit Glasplatte verschlossene Oeff-

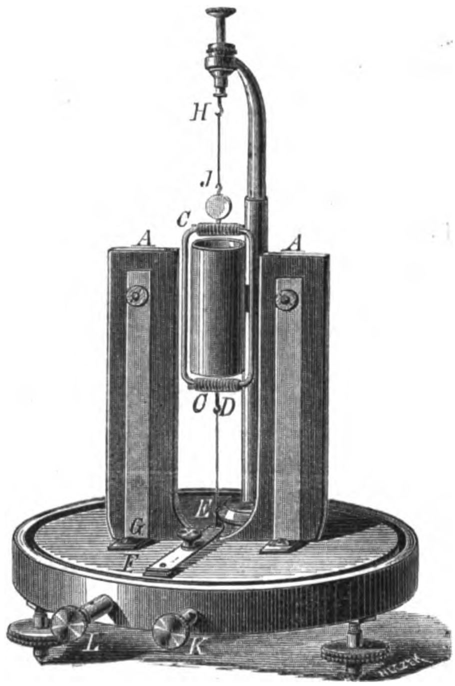


Fig. 234.

nung besitzt. Die Vorzüge des Instrumentes liegen auf der Hand. Man kann es mit Leichtigkeit überall aufstellen, denn von der Lage des magnetischen Meridians ist man vollständig unabhängig, da die vom Erdmagnetismus herrührende Ablenkung des Drahtrahmens im Vergleich zu jener, die durch den Hufeisenmagnet bewirkt wird, gar nicht in Betracht kommt. Ferner stellt sich das Gewinde, sobald es vom Strome durchflossen wird, vollständig aperiodisch ein. Durch einen momentanen Strom abgelenkt, würde es allerdings lange fortschwingen, ehe es zur Ruhe käme; man braucht aber dann nur zwischen den beiden Klemmen der Zuleitung kurzen Schluss herzustellen, und der Rahmen wird durch die Inductionsströme, welche in Folge der Bewegung des nunmehr geschlossenen Leiters vor den Magnetpolen entstehen, sofort zum Stillstand gebracht. Alle diese Eigenschaften machen das Instrument besonders als Galvanometer in der Wheatston'schen Brücke geeignet, wo es sich darum handelt, rasch auf einander folgende, wechselnde Stromintensitäten zu beobachten.

7. Tangentenbussolen.

Die wichtigsten der Instrumente zur Bestimmung von Stromintensitäten, die Tangentenbussolen, waren ebenfalls in zahlreichen Exemplaren vertreten, worunter einige mehr oder weniger von der gebräuchlichen Construction abwichen, trotzdem noch in allen der Grundtypus der Weber'schen Bussole zu erkennen war.

So wurde von Dr. Obach, dem Chemiker von Siemens Brothers in London, ein Tangential-Galvanometer ausgestellt, bei welchem der massive Kupferring, der, in den Stromkreis geschaltet, die ablenkende Wirkung auf die Nadel ausübt, um eine horizontale Achse gedreht werden kann. Weicht die Ebene des gedrehten Ringes von der verticalen Ebene um den Winkel φ ab, so wirkt ein Strom, der ihn mit der Intensität J durchfliesst, gerade so auf die Nadel ein, wie ein Strom, der in dem vertical gestellten Ringe mit der Intensität $J \,.\, \cos \varphi$ circulirt. Natürlich muss hiebei die Nadel derart justirt sein, dass sie sich nur um eine verticale Achse drehen kann, wesshalb sie bei dem bezeichneten Instrumente nicht wie sonst gebräuchlich mittelst eines Achathütchens auf einer Spitze ruht, sondern mit einer, zwischen zwei Lagern drehbaren, festen Achse versehen ist. Da der Ring gar nicht auf die Nadel einwirken kann, sobald der Winkel φ 90° beträgt, der Ring also horizontal liegt, ist ersichtlich, dass das Instrument zur Bestimmung selbst sehr bedeutender Stromintensitäten ausreicht, indem man den Ring stets in eine solche Lage wird bringen können, dass die Nadel einen passenden Ausschlag zeigt. Der Drehungswinkel φ wird unter Anwendung eines Nonius an einem Kreisquadranten abgelesen und kann bis auf 0·1° bestimmt werden. Für Winkel, die grösser als 70° sind, gibt die Theilung sofort auch die Secanten, also die Grössen $\frac{1}{\cos \varphi}$ an, mit welcher die in der gewöhnlichen Weise aus den Ablesungen abgeleitete Stromstärke zu multipliciren ist, um die Intensität des thatsächlich im Kreise fliessenden Stromes zu erhalten. Die Magnetnadel selbst besteht aus zwei, mit den Basen zusammenstossenden, sehr kleinen Stahlkegeln und trägt rechtwinkelig zu ihrer magnetischen Achse

beiderseits einen Zeiger. Das verbreiterte Ende desselben spielt dicht am Rande der Scale und trägt eine feine Marke, eine Einrichtung, die das Ablesen wesentlich erleichtert, da eine Marke bedeutend bequemer fein hergestellt werden kann als eine Spitze. Die Scala bezieht sich zur Hälfte auf Gradmass, zur anderen Hälfte gibt sie unmittelbar die Tangenten der entsprechenden Winkel. Die Tangententheilung ist derart angelegt, dass drei Arten verschieden langer Striche die Einer, Zehntel und Hundertel derselben angeben. Allerdings wird die hiedurch bezweckte

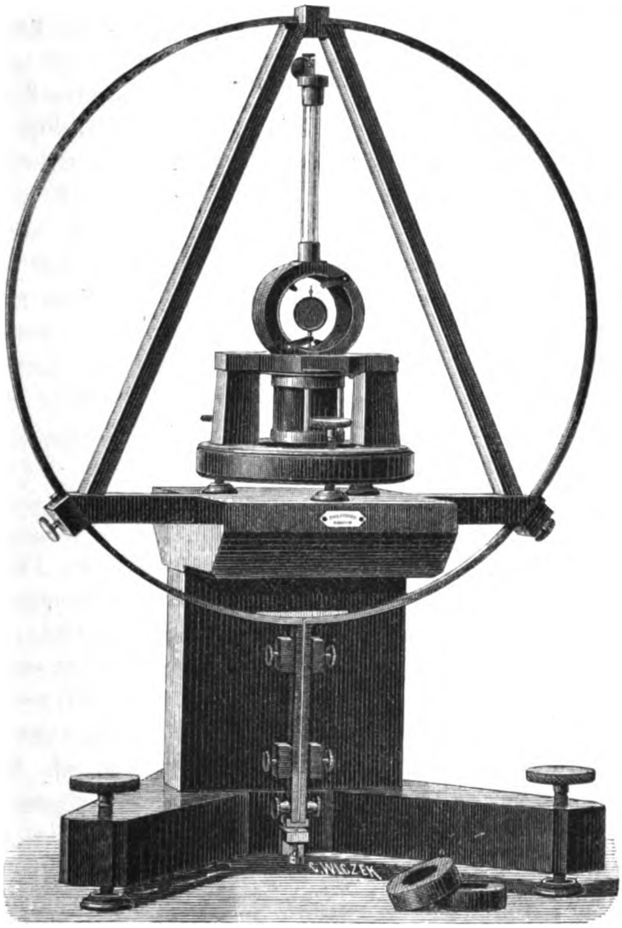


Fig. 235.

Ersparnis des Nachschlagens der Tangenten illusorisch, sobald man, wie üblich, die Ablesungen an beiden Spitzen vornimmt.

Hartmann in Würzburg stellte zwei neue Formen der Tangentenbussole aus, die beide den Vorzug besitzen, dass man in Folge Anordnung ihrer Theile die Stromkreise genau ausmessen, den Reductionsfactor also rechnungsmässig bestimmen kann.

Bei der einen dieser Bussolen trägt ein Holzgestell eine genau kreisrund geschliffene Mamorplatte, an deren Peripherie sich der Stromkreis, ein dicker

Kupferdraht, anlegt. Die sehr kleine Magnetnadel ist auf dem Rücken eines kreisrunden Spiegelchens angekittet, das in einer Bohrung im Centrum der Marmorplatte an einem langen Coconfaden hängt, für welch' letzteren die Platte gleichfalls eine Rinne besitzt. Den Spiegel, der gleichzeitig als dämpfender Flügel dient, schützt ein Deckelglas vor den störenden Einflüssen von Luftbewegungen.

Das zweite von Hartmann nach Angaben Prof. Kohlrausch's construirte Instrument zeigt einen ungefähr 5 *mm* dicken, 10 *mm* breiten Kupferring von 400 *mm* Durchmesser, der an einem dreieckigen, gut getrockneten Holzgestelle aufsitzt, das seinerseits wieder sich auf einen massiven Holzfuss stützt (Fig. 235). In die Mitte dieses Ringes, der behufs genauer Ausmessung leicht abzunehmen ist, kann entweder eine gewöhnliche Bussole, oder ein' nach Angaben Kohlrausch's construirtes kleines Magnetometer eingeführt werden. Da Metalltheile in der Nähe von Magnetometern ihrer para- oder diamagnetischen Eigenschaften wegen stets einen für die Messung schädlichen Einfluss ausüben, hielt Kohlrausch bei dem angegebenen Instrumente alle Metalltheile möglichst fern, indem er nicht nur das Gestelle des Apparates, sondern auch das durch eine Glasplatte verschlossene Spiegelgehäuse aus Holz herstellen liess. Auch die Dämpfung wird nicht durch Kupfermassen in der Nähe des schwingenden Magnetes, sondern durch einen Töpler'schen Luftflügel, einen mit Seidenpapier bespannten Rahmen, erreicht, der an einem vom Magnete ausgehenden Kupferdrahte hängt und in eine cylindrische Dämpferbüchse hineinragt.

8. Ampèremeter und Voltmeter.

Die Tangentenbussolen, welche nach einem Ausspruche Prof. Kohlrausch's wohl stets das geeignetste Mittel zu absoluten Strommessungen sein werden, ermöglichen zwar in der Weber'schen Form die Messung intensiver Ströme, sind aber nichtsdestoweniger für praktische Messungen, für die stäte Controle von Stromstärken in Leitungen, nicht geeignet. Mess-Instrumente, welche den Bedürfnissen der Praxis genügen sollen, müssen nicht nur an jedem Ort und ohne Mühe aufstellbar, sondern auch derart construirt sein, dass ohne jede Manipulation die eine gewisse Uebung oder Geschicklichkeit der mit dem Instrumente hantirenden Person erfordert, die Resultate in jedem Augenblicke abzulesen sind. Trotzdem die Aufgabe, solche Instrumente zu construiren, von vornherein eine ziemlich schwierige scheint, wurde sie doch in vielfacher Weise und im Allgemeinen mit sehr einfachen Mitteln durch die Construction der sogenannten Ampèremeter und Voltmeter gelöst, von denen wir jedoch nur einige der interessantesten hervorheben können.

Die gebräuchlichste Construction ist wohl, wie die Ausstellung zeigte, jene von Marcel Desprez, die nicht nur von den verschiedensten Firmen wie Bréguet, Carpentier u. A. exponirt wurde, sondern auch bei vielen Installationen zur vollständigsten Zufriedenheit wirkte. Die Construction des Desprez'schen Ampèremeters, das Fig. 236 schematisch darstellt, ist kurz folgende. Zwischen den Schenkeln eines kräftigen, verankerten, auf einer horizontalen Holzplatte befestigten Hufeisenmagnetes schwingt um eine verticale, in einen kleinen

Messingrahmen eingelagerte Achse eine kurze, cylindrische Magnetnadel mit zweispitzigem Querschnitte. Der Rahmen bildet einen Theil eines kleinen Messinggestelles, das eine, die Magnetnadel vollständig umschliessende Rolle trägt, deren Enden mit den stromzuführenden Klemmen des Apparates verbunden sind. An der Drehungsachse des Magnetes und senkrecht gegen dessen magnetischer Achse sitzt als Zeiger ein zugespitzter Strohhalm, der über dem Segmente einer Kreistheilung spielt. Es ist klar, dass der kleine Magnet umso stärker aus seiner Ruhelage zwischen den Polen abgelenkt wird, je intensiver der in der Rolle circulirende Strom ist, wenn auch die Abhängigkeit dieser Ablenkung von der Stromstärke nicht durch eine einfache Formel bestimmt wird. In Folge dessen muss die jedem Striche der Scala entsprechende Stromstärke empirisch ermittelt werden. Die Resultate dieser Untersuchung werden in einer kleinen Tabelle zusammengefasst, die unmittelbar am Apparate befestigt wird. Das Instrument wird durch ein mit Glasdeckel versehenes, rechteckiges Holzkästchen geschützt. Es ist in jeder beliebigen Lage verwendbar, seine Angaben sind, wegen des stark magnetischen Feldes zwischen den Schenkeln des Magnetes, unabhängig vom Erdmagnetismus und seine Einstellung geschieht vollständig aperiodisch.

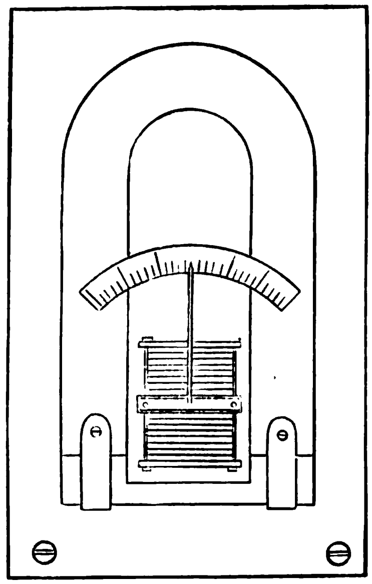


Fig. 236.

Genau in derselben Weise ist das Voltmeter Desprez's construirt, mit dem einzigen Unterschiede, dass auf der Rolle die wenigen Windungen dicken Drahtes durch viele Windungen dünnen Drahtes von bedeutendem Widerstande ersetzt wurden, damit man eben aus den Angaben des Instrumentes auf die an seinen Klemmen herrschende Spannungs-Differenz nach der unter (VII) angegebenen Methode einen Schluss ziehen kann. Die Tabelle gibt dann unmittelbar die jedem Theilstriche entsprechende Spannung in Volt.

Etwas complicirter in der Anwendung, aber ebenso einfach in ihrer Construction sind die Ampèremeter und Voltmeter von W. Thomson, die sich unter den von Bréguet ausgestellten Objecten vorfanden. Ein längliches, horizontales Brett (Fig. 237), in dessen Mitte eine Rinne verläuft, trägt an einem Ende einen massiven vertical stehenden Kupferring, der als Stromleiter für die zu messenden Ströme dient. In der Rinne, längs deren sich beiderseits eine Theilung erstreckt, gleitet der Ansatz eines sectorförmig gestalteten Kästchens mit Glasdeckel, eines Magnetometers. Die Magnetnadel desselben besteht aus vier sehr kleinen, parallelen Stiftchen, die durch zwei Aluminstreifen zusammengehalten werden. Letztere biegen sich zeigerförmig zusammen und spielen dicht über einer Theilung, an der die Tangente des Ablenkungswinkels der Nadel abzulesen ist. Die Richtkraft für die Nadel liefert ein unmittelbar über derselben aufgerichteter, magnetischer Bügel, der mit dem Galvanometer in fester Verbindung steht, aber durch eine

Schraube ein bischen verschoben und dem ablenkenden Stromkreise parallel gestellt werden kann. Die Verschiebbarkeit des Magnetometers gestattet bei der Anwendung starker Ströme eine beliebige Abschwächung der ablenkenden Wirkung des Stromkreises auf die Nadel. Für die Messung schwacher Ströme wird das Magnetometer unmittelbar an den Ring herangeschoben und ausserdem der Richtmagnet entfernt, so dass die Nadel nur unter dem Einfluss des Erdmagnetismus steht. Auf diese Weise ist es möglich, dass das Instrument Stromstärken in dem weiten Intervall von 0·01 bis 500 Ampères zu messen gestattet.

Ersetzt man auch bei diesem Instrument den dicken Kupferring durch eine Rolle feinen Drahtes von grossem Widerstande (6—10.000 Einheiten), so wird es zum Voltmeter und misst nach Angaben der Constructeure Spannungen von 0·1 bis 2000 Volt.

Auch Siemens exponirte zwei Instrumente, die für die Messung geringer und bedeutender Spannungen anwendbar sind, nämlich das stehende und liegende Torsionsgalvanometer. Ersteres (Fig. 238) ist ein gewöhnliches Galvanometer

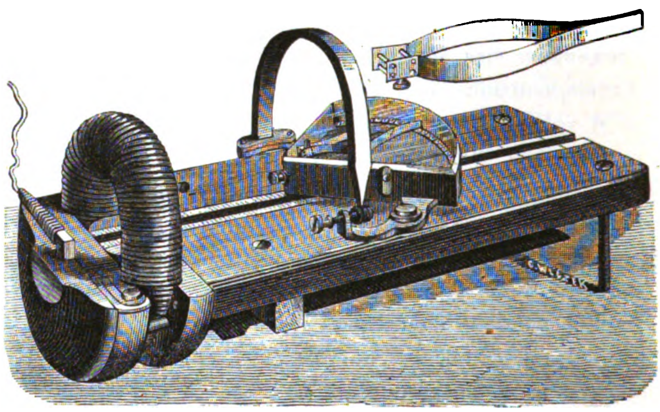


Fig. 237.

mit Glockenmagnet, der an einem Coconfaden hängt und mit dem freien Ende einer Torsionsfeder in Verbindung steht. Wird er durch einen, zwei seitlich angebrachte Multiplicatorrollen durchfliessenden Strom abgelenkt, so kann man ihn durch Tordiren der Feder in seine ursprüngliche Lage zurückbringen, so dass also die durch dieses Verfahren geweckte Torsionskraft der Feder den ablenkenden Kräften das Gleichgewicht hält. Der Torsionswinkel, dem die Torsionskraft der Feder proportional ist, wird auf einem Theilkreise abgelesen, der in dem Deckel des cylindrischen Glaskastens, welcher das ganze Instrument einschliesst, eingeätzt ist. Bei dem liegenden Torsions-Galvanometer sitzt der Magnet an einer auf Schneiden ruhenden Axe, eine Anordnung, welche das Instrument weniger empfindlich gegen Erschütterungen und dadurch eines allgemeineren Gebrauches fähig macht. Beide Arten sind mit einem Glimmerflügel ausgestattet, der einerseits die Schwingungen des Magnetes rascher beruhigt, anderseits aber allzu heftigen Bewegungen desselben vorbeugt, indem er sich an passend angebrachte Anschläge legt. Der Winkel, um welchen man die Spiralfeder tordiren muss, damit der

Magnet in seine ursprüngliche Lage zurückkehrt, ist der Stromstärke in den ablenkenden Windungen und, da der Widerstand in denselben constant bleibt, auch der an ihren Enden herrschenden Spannungs-Differenz proportional. Die Justirung des Instrumentes ist derart durchgeführt, dass eine Zunahme des Torsionswinkels um einen Grad einer Zunahme der Spannungs-Differenz um ein Volt entspricht, wobei kleine Abweichungen nach einer beigegebenen Tabelle zu corrigiren sind. Bei den Instrumenten älterer Construction konnte man durch Einsetzen eines Stöpsels den Widerstand des Stromkreises derart ändern, dass die Empfindlich-

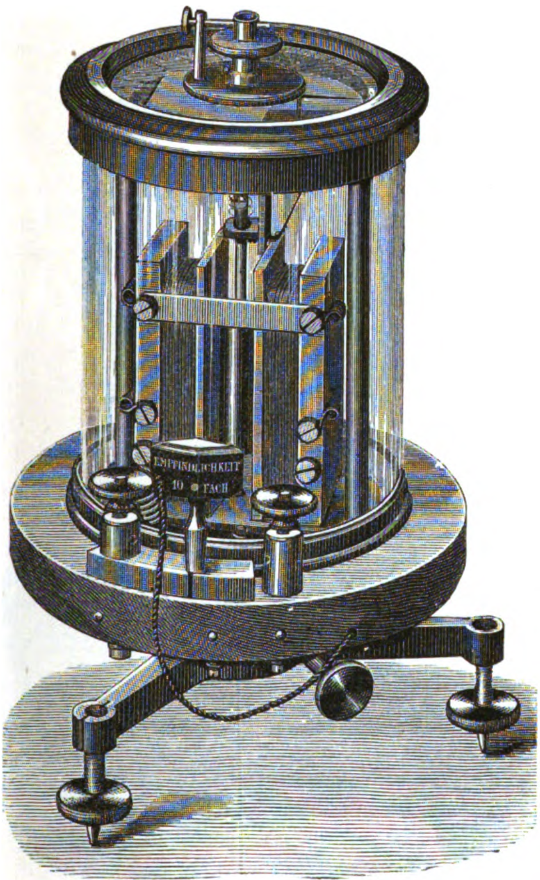


Fig. 238.

keit auf das Zehnfache erhöht wurde. Die ausgestellten Exemplare hatten zu diesem Zwecke eine werthvolle Zugabe in Form eines kleinen Rheostaten erhalten, der Zweigwiderstände zu $^1/_9$, $^1/_{99}$, $^1/_{999}$ des Galvanometer-Widerstandes enthielt, so dass man den Widerstand des Galvanometers zu vermindern und hiedurch die für jede Messung passende Empfindlichkeit herzustellen vermag. Je nach der Art der Stöpselung dieses mit dem Galvanometer verbundenen Rheostaten entspricht dann eine Zunahme des Torsionswinkels um einen Grad einer Zunahme der Spannungs-Differenz um 0·1, 0·01, 0·001 Volt.

9. Elektrodynamometer.

Eine erhöhte Bedeutung gewannen in letzter Zeit die Elektrodynamometer, aus deren Angaben sich nicht unmittelbar die Stromstärke selbst, sondern das Quadrat derselben ergibt, so dass sie in gleicher Weise zur Messung der Intensität von Wechselströmen wie von continuirlichen Strömen verwendbar sind.

Bekanntlich besteht das Grundprincip dieser Instrumente in der Messung der ablenkenden Kraft, die ein fixer Stromkreis auf einen in der Nähe befindlichen beweglichen ausübt. Die von Weber ursprünglich angegebene Form hat

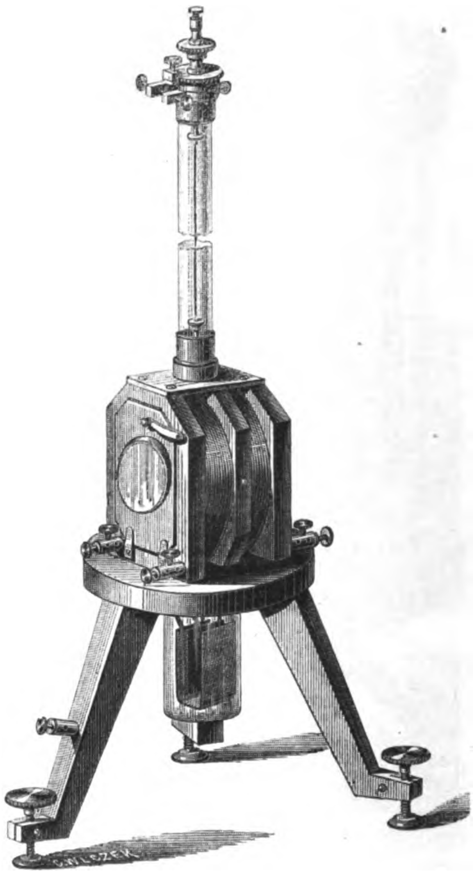


Fig. 239.

im Laufe der Zeit manche Abänderung erfahren. So ist man, wie die Ausstellung zeigte, namentlich von der bifilaren Aufhängung der beweglichen Rolle abgegangen, bei welcher eine grössere Empfindlichkeit nur bei bedeutender Fadenlänge und geringem Fadenabstande zu erreichen war, und nimmt lieber die Schwierigkeiten der Stromzuleitung in den Kauf, die mit einer unifilaren Aufhängung der Rolle verbunden sind.

Ein Elektrodynamometer zur Beobachtung schwacher Ströme, wie z. B. Telephonströme, das nach Angaben Frölich's construirt wurde, fand sich unter

den von Siemens & Halske ausgestellten Gegenständen. Die unifilare Aufhängung der beweglichen Rolle wird bei diesem Instrumente dadurch ermöglicht, dass man den Austritt des Stromes aus derselben durch eine nach unten geführte Spirale von äusserst dünnem Kupferdrahte bewerkstelligt. Der aus Platin gezogene Aufhängedraht kann beliebig tordirt und der Torsionswinkel an einer Kreistheilung abgelesen werden. Das Frölich'sche Instrument unterscheidet sich auch noch in anderer Hinsicht von dem Weber'schen. Die Rolle besitzt nämlich nicht die übliche cylindrische Form, in Folge welcher die innere Rolle im Vergleiche zur

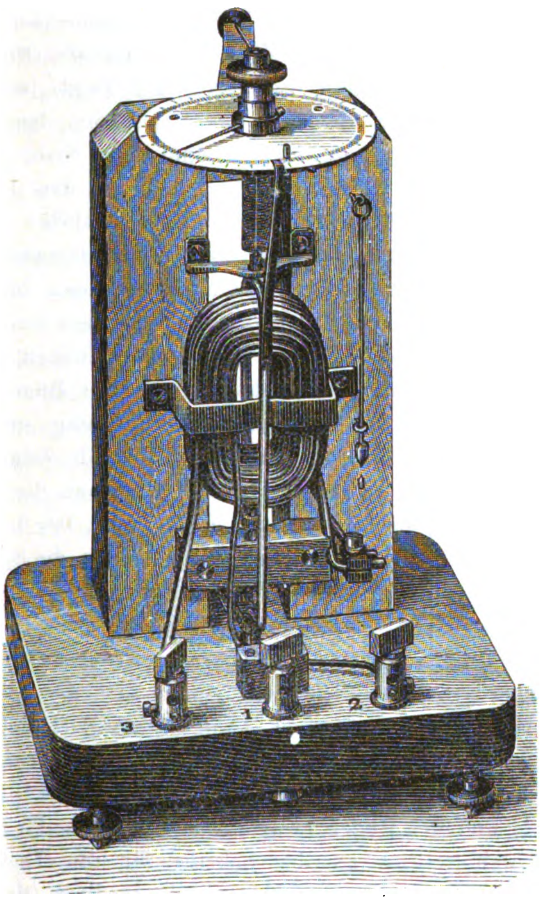


Fig. 240.

äusseren in ihren Dimensionen sehr klein gehalten werden muss, sondern der Hohlraum der äusseren und die ganze innere Rolle besitzt die Form einer Kugel, so dass beide Rollen einander beliebig nahe gebracht werden können. Die Dämpfung der Schwingungen, für welchen Zweck das Weber'sche Elektrodynamometer keine eigene Vorrichtung besass, geschieht durch zwei in Wasser tauchende, mit der beweglichen Rolle in Verbindung stehende Flügel, die mit Schneiden versehen sind, damit die Einstellung bei stromloser Rolle immer in gleicher Weise erfolgt.

Bei einem von Prof. Kohlrausch construirten und von Hartmann in Würzburg ausgestelltem Unifilar-Elektrodynameter (Fig. 239) geschieht die Zuleitung des Stromes durch eine Platinelektrode, welche in ein mit verdünnter Schwefelsäure gefülltes Becherglas eintaucht und von der fixen, gleichfalls aus Platin bestehenden Elektrode umgeben ist, welch' letztere mit einer Klemme in Verbindung steht. Bei dieser Construction dient mithin die Zuleitung selbst, die bewegliche Elektrode nämlich, als Dämpfungsvorrichtung.

Das Elektrodynamometer, ursprünglich für die Beobachtung ausserordentlich schwacher Ströme geschaffen, wurde von Siemens in einer Weise modificirt, dass es für die Messung der grössten, in der Praxis vorkommenden Stromstärken verwendbar ist. Die bewegliche Rolle bei diesem Instrumente (Fig. 240) wird von einem rechteckigen, an einer Stelle unterbrochenen Bügel aus dickem Kupferdraht gebildet, der an einem Seidenfaden hängt und mit dem freien Ende einer Torsionsfeder in fester Verbindung steht. Behufs der Stromzuführung tauchen die Enden des Bügels in zwei Quecksilbernäpfchen, von denen das eine die Verbindung mit je einem Ende der zwei Wicklungen verschieden dicken Drahtes der festen Rolle, das andere die Verbindung mit einer der Klemmen vermittelt, welche die Zuleitungsdrähte aufnehmen. Die beiden anderen Enden der Rollenbewicklung stehen wieder mit je einer Klemme in Verbindung, so dass nach Bedarf entweder die wenigen Windungen dicken oder die zahlreichen dünnen Drahtes der festen Rolle in den Stromkreis eigeschaltet werden können. Der Bügel trägt einen nach aufwärts gerichteten Ansatz, der sich oben rechtwinkelig umbiegt, so dass er gerade über den Rand einer Kreistheilung ragt und als Zeiger für die richtige Einstellung des Bügels dient. Letztere ist erreicht, wenn die Ebene des Bügels senkrecht auf der Windungsebene der festen Rolle steht. Der Bügel schwingt frei, sobald durch Regulirung der Fussschrauben des Apparates die Spitze eines kleinen Senkels genau über einer darunter befindlichen fixen Spitze übereinstimmt. Beim Nichtgebrauch des Instrumentes wird der Coconfaden, an dem der Bügel hängt, durch Heben des letzteren vermittelst einer geraden Feder mit Schraube, entlastet. Nahe über der früher genannten Theilung bewegt sich der Zeiger des Torsionsknopfes der Spiralfeder. Das Instrument kann durch Nachstellen des Torsionszeigers so justirt werden, dass, falls beide Zeiger coincidiren, sie auch gleichzeitig auf den Nullpunkt der Kreistheilung weisen. Schickt man einen Strom durch die fixe Rolle und den Bügel, so wird letzterer abgelenkt, an einem grösseren Ausschlag aber durch seitlich an der Scheibe für die Theilung angebrachte Stifte gehindert. Nun muss man die Feder soweit tordiren, dass der Zeiger des Bügels wieder auf Null steht, der letztere also genau seine ursprüngliche Lage einnimmt. An dem Torsionszeiger liest man den Winkel ab, um welchen die Feder tordirt werden musste, damit sie der ablenkenden Kraft das Gleichgewicht hält. Diese letztere ist aber, da die beiden Stromleiter sich stets in derselben relativen Stellung befinden, proportional dem Producte der Stromstärken in beiden Stromkreisen, also im vorliegenden Fall proportional dem Quadrate der Stromstärke. Die Richtung der ablenkenden Kraft bleibt dieselbe, wenn der Strom in beiden Rollen gleichzeitig seine Richtung nicht aber seine Intensität ändert, auf welchen Umstand sich eben die Anwendung des Instrumentes zur Bestimmung der Inten-

sität von Wechselströmen gründet. Ein Einfluss des Erdmagnetismus macht sich beim Gebrauch des Instrumentes nicht bemerkbar.

Das Instrument erfreut sich, der Anzahl der von verschiedenen Firmen ausgestellten Exemplare nach zu schliessen, einer grossen Verbreitung. Die Ausführung desselben geschieht in einer so vollkommenen Form, dass durchgreifende Verbesserungen wohl schwerlich zu erwarten sind.

Ein von Hartmann in Würzburg ausgestelltes Exemplar zeigte ausser der sehr sorgfältigen Arbeit an einzelnen Theilen, wie z. B. die Kreistheilung, noch die bequeme Einrichtung, dass die Vertauschung der Windungen dünnen und dicken Drahtes der festen Rolle, welche Vertauschung sich oft im Laufe der Messung als nothwendig erweist, durch Umsetzen von Stöpseln bewirkt wird, während bei den Original-Instrumenten zu diesem Zwecke immer eines der geklemmten Drahtenden der Zuleitung in eine andere Klemme gebracht werden muss.

Diverse Apparate.

Unter der kleinen Zahl von Apparaten, die sowohl durch Neuheit der Construction als des Zweckes, zu welchen sie verfertigt wurden, auffielen, erregte die von Siemens nach Angaben Frölich's construirte Thermosäule zur Bestimmung der Sonnen- und Himmelswärme (Fig. 241) grösseres Interesse, was umso gerechtfertigter erscheinen mag, als es mit Hilfe eines gleichen Instrumentes gelang, erhebliche Schwankungen der von der Sonne in gleichen Zeiten ausgestrahlten Wärmemengen nachzuweisen.

Die aus stäbchenförmigen Elementen, deren Metalle eine Zink-Antimonlegirung und Wismuth waren, zusammengesetzte Thermosäule, wird durch einen Kautschukring, den Metallringe umgeben, in einem innerlich geschwärzten Kupferrohr befestigt und einerseits durch ein Kupferblech, andererseits durch eine Steinsalzplatte, die bekanntlich Wärmestrahlen fast ohne Absorption durchlässt, vollständig nach Aussen zu abgeschlossen. Das Rohr erweitert sich nach vorne zu einem wohlpolirten Trichter und ist ebenso wie der letztere vollständig von einem Blechcylinder umgeben, in welchem durch Circulation von Wasser eine constante Temperatur erzielt wird. Der letztgenannte Cylinder ist auf einem Gestelle um eine horizontale und verticale Achse drehbar montirt, so dass seine geometrische Axe genau in die Richtung der Sonnenstrahlen gebracht werden kann. Nach vorne zu wird der Trichter durch einen gleichfalls von Wasser durchströmten Deckel mit einer centralen Oeffnung, deren Durchmesser geringer als jener der Stirnfläche der Thermosäule ist, abgeschlossen. Bis zur Thermosäule ragt ein die Hüllen durchbrechender kleiner Cylinder, welcher die Zuleitungsdrähte und ein rechtwinkelig gebogenes Thermometer umschliesst. Beim Gebrauche des Instrumentes wird auf dem Cylinder noch ein Holzring mit einer darin befindlichen kleinen Linse befestigt, welch' letztere bei richtiger Stellung der Thermosäule ein Sonnenbildchen auf einen markirten Punkt eines dahinter stehenden, am Blechcylinder angebrachten Täfelchens wirft. Zur Beobachtung der durch die Sonnenwärme erregten Thermoströme, deren Intensität eben einen Schluss auf

die Sonnenwärme gestattet, diente ein von Siemens construirtes astatisches Spiegel-Galvanometer.

Von Apparaten für rein magnetische Messungen zeigte die Ausstellung nur sehr wenige Exemplare, doch zeichneten sich die vorhandenen entweder durch besonders schöne Arbeit, wie der magnetische Theodolit nach Lamont von Edelmann oder durch Neuheit der Construction, wie das von Hartmann ausgestellte erdmagnetische Bifilarvariometer und das Intensitätsvariometer mit

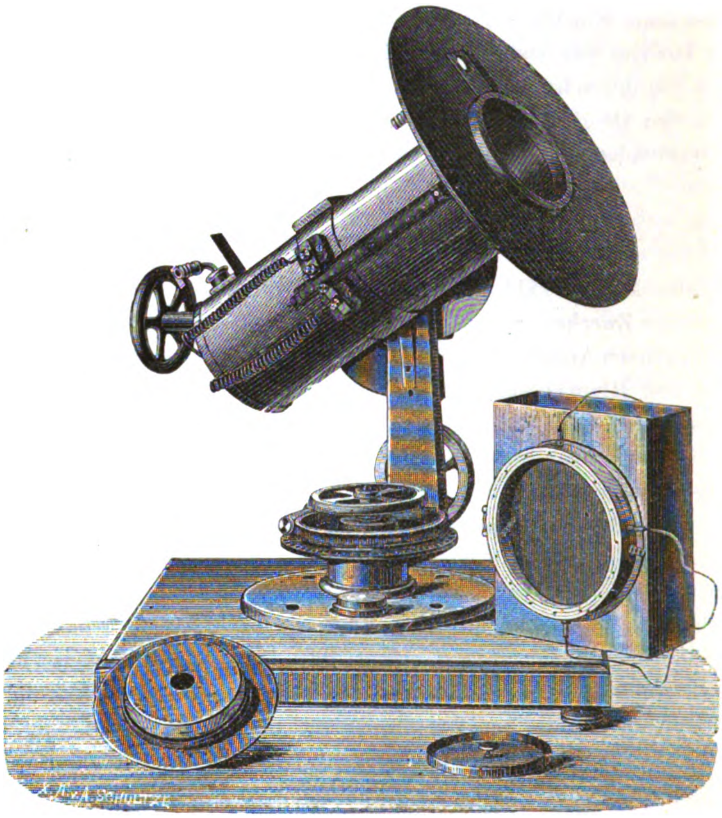


Fig. 241.

vier Deflectoren, beide Apparate nach Angabe Kohlrausch's construirt aus. Es würde aber den Rahmen dieses Berichtes übersteigen, wollten wir auch auf diese Instrumente näher eingehen. Aus denselben Gründen übergehen wir ferner die zahlreichen, hauptsächlich für militärische Zwecke construirten Chromoskope und ähnliche Apparate, von denen überdies viele nur in einem losen Zusammenhange mit der Elektricität stehen.

DAS

ELEKTRISCHE LICHT

VON

Dr. A. RITTER v. URBANITZKY
ELEKTROTECHNIKER.

Es dürfte wol kaum eine zweite Stadt im Stande sein, einen Raum aufzuweisen, der so sehr dazu geeignet erscheint, dem elektrischen Lichte die volle Entwicklung seines Glanzes und seiner Macht zu gestatten, wie die Rotunde in Wien. Und in der That! Sie strahlte auch in einem Glanze, der durch keine andere Beleuchtungsart auch nur annähernd zu erreichen möglich ist. Hunderttausende von Gasflammen würden allerdings eine tropische Hitze zuwege bringen und die Luft durch die erzeugten Verbrennungsproducte unathembar machen, könnten aber doch nie jenen gewaltigen Effect erzielen, der dem elektrischen Lichte gelang. Trotz der imposanten Lichtmenge, welche die hoch oben in der Rotunde angebrachten Lampen aussandten, wurde doch das Auge nicht geblendet; nur ein ruhiges gleichmässiges Licht erfüllte den colossalen Raum. Und so schien die Helligkeit in der Rotunde endlich etwas ganz Selbstverständliches zu sein, eine Thatsache, die nicht einmal mehr unser Erstaunen zu erregen vermochte. Wir erhalten jedoch, wenigstens annähernd, einen Begriff über die Leistung des elektrischen Lichtes erst dann, wenn wir diesbezügliche Zahlen sprechen lassen.

Der von der Ausstellung in Anspruch genommene Raum betrug 33.300 m^2, während in Paris zu demselben Zwecke nur 29.260 m^2 zur Verfügung standen. Der für Beleuchtungszwecke erforderte Kraftaufwand betrug in Paris 1350, in Wien 1423 Pferdekräfte; die hiemit betriebenen elektrischen Maschinen versorgten in Paris 514 Bogenlampen und 915 Glühlichter mit Strom und in Wien 480 Bogenlichter und 3400 Glühlichter. Die gesammte Lichtintensität erreichte in Paris 375.000 Normalkerzen. Zur Wiener Ausstellung hatten beiläufig 70 Firmen 57erlei Lampen für elektrisches Licht gesandt; von diesen 57 Lampenconstructionen entfallen 34 auf Bogenlicht und 23 auf Glühlicht. Ausserdem stellten ca. 24 Firmen Hohlspiegel, Reflectoren, Candelaber, Luster, Wandarme u. dgl. und 10 Firmen Kohlen für elektrisches Licht aus. Dem fügen wir noch beispielsweise Angaben bei, über die beiläufige Anzahl der Bogenlampen und deren Lichtwirkung, bezogen auf einzelne Constructionen. Es wurden durch 47 Grammesche Lampen 61.700 Normalkerzen, durch 28 Lampen von Zipernowsky 34.000 Normalkerzen, durch 31 Lampen von Egger, Kremenezky & Co. 48.000 Normalkerzen, durch 52 Lampen von Piette & Křižik 91.000 Normal-

kerzen, durch ca. 50 Brush-Lampen etwa 100.000 Normalkerzen erzeugt u. s. w. Diese Bogenlampen allein geben 334.700 Normalkerzen. Rechnet man hiezu noch die Bogenlampen der übrigen Systeme und die 3400 Glühlichter, so kann man ermessen, was in Bezug auf Beleuchtung von den gesammten Ausstellern geleistet wurde.

Dieses bedeutende Aufgebot elektrischer Lichter ist aber nicht etwa nur ein Schaustück für Ausstellungen, es entspricht dies vielmehr vollkommen der Bedeutung und Verbreitung, die das elektrische Licht im praktischen Leben thatsächlich bereits errungen hat. Die Berliner Firma Siemens & Halske allein hatte bis Juni 1881 für 1727 Lichter Apparate an 190 Parteien nach 115 Orten in Europa, Amerika und Australien geliefert, die Société Jablochkoff bis zur selben Zeit 3500 Lampen, S. Schuckert in Nürnberg feierte am 17. Mai d. J. die Fertigstellung der tausendsten dynamo-elektrischen Maschine und der zweitausendsten Bogenlampe. Diese Firma installirte ausser den Beleuchtungsanlagen mit Bogenlampen noch ungefähr 6000 Glühlichter. Eben diese unbestreitbar hohe praktische Bedeutung, welche das elektrische Licht als industriell verwerthete Beleuchtungsart besitzt und anderseits der Umstand, dass das elektrische Licht noch vor sehr kurzer Zeit ein dem grossen Publikum ziemlich unbekanntes Ding war, lässt es erwünscht erscheinen, der Besprechung der gegenwärtig in Gebrauch stehenden Lampen selbst einen kurzen Rückblick auf die Vorgeschichte der letzteren vorauszuschicken.

I. Vorgeschichte des elektrischen Lichtes.

Wenn wir unter elektrischem Lichte alle jene Lichterscheinungen verstehen, welche durch Elektricität hervorgerufen werden, so müssen wir auch zugestehen, dass das durch Menschenhand hervorgebrachte elektrische Licht schon geraume Zeit bekannt ist. Schon im 17. Jahrhunderte hatte der Magdeburger Bürgermeister Otto von Guericke das Leuchten einer im Dunkeln geriebenen Schwefelkugel beobachtet. Dieser schwache Lichtschein auf der geriebenen Schwefelkugel war das Morgenroth des neuen Lichtes. Wir wissen, dass dieses elektrische Leuchten durch Ausströmen der Elektricität in die Luft zustande kam. Bereits im Jahre 1672 beobachtete Leibniz den elektrischen Funken; auch diese Erscheinung wurde mit einer Guericke'schen Schwefelkugel hervorgerufen. Robert Boyle spricht über den elektrischen Funken in einer Publication vom Jahre 1698. Des durch Elektricität bewirkten Leuchtens verdünnter Gase und Dämpfe erwähnt zuerst Picard im Jahre 1675 (?) — allerdings ohne die Ursache zu erkennen. Doch weder das Leuchten durch Ausströmen der Elektricität, noch das Leuchten verdünnter Gase oder jenes des elektrischen Funkens gelangte je zu einer nennenswerthen praktischen Anwendung. Wir wollen daher hierauf nicht näher eingehen, sondern wenden uns vielmehr jenen beiden Arten des elektrischen Lichtes zu, die uns heute unter den Namen Voltabogenlicht und Glühlicht bekannt sind.

In einem Briefe, welchen Davy im Jahre 1800 an Dr. Beddoe sandte, berichtet er über Experimente, bei welchen der elektrische Funke zwischen Kohlenspitzen hervorgerufen wurde. S. P. Thompson fand im „Journal de Paris" vom 12. März 1802 eine Mittheilung, nach welcher zu dieser Zeit ein gewisser Robertson mit einer Kupfer-Zinksäule verschiedene Experimente gemacht hatte; bei dieser Gelegenheit wird eines solchen mit glühenden Kohlen besonders gedacht; man beobachtete hierbei „im Momente der Berührung einen mit ausserordentlichem Glanze leuchtenden Funken." Doch weder in dieser noch in anderen Mittheilungen vor 1808 geschieht des Lichtbogens einer Erwähnung. Die Beobachtung des letzteren ist auch nicht wahrscheinlich, da zu jener Zeit die zu derlei Experimenten benützten Batterien verhältnismässig schwach waren. Erst als Humphry Davy seine so berühmt gewordenen elektrotechnischen Untersuchungen ausführte und zur Ausführung derselben durch die grossmüthige Unterstützung einiger Freunde der Wissenschaft in den Stand gesetzt wurde, eine Batterie von 2000 Elementen aufzustellen, standen der Erzeugung des Lichtbogens keine Hindernisse mehr im Wege. Im Jahre 1810 zeigte Davy die überraschende und blendende Erscheinung den Mitgliedern der „Royal Institution" in London.

Der galvanische Lichtbogen war entdeckt; doch von seiner Entdeckung bis zur praktischen Verwerthbarkeit war noch ein ebenso schwieriger als langwieriger Weg zurückzulegen. Davy hatte bei seinen Versuchen die Poldrähte der Batterie mit Stäbchen aus Holzkohle verbunden, diese mit einander zur Berührung gebracht und dann wieder auf eine geringe Distanz von einander entfernt. Hierdurch entstand der Lichtbogen und die Verbrennung der Kohlen begann. Die Erscheinung war aber von kurzer Dauer, da die beiden Holzkohlen ihres lockeren Gefüges wegen rasch abbrannten und dadurch ihre Entfernung von einander sehr bald über jene Grenze hinaus vergrösserten, welche der elektrische Bogen zu überbrücken im Stande ist. Davy suchte diesem Uebelstande dadurch abzuhelfen, dass er die beiden Kohlen nicht in freier Luft brennen liess, sondern in ein Glasgefäss einschloss und so durch Hemmung des Luftzutrittes die Verbrennung verzögerte.

Foucault bahnte im Jahre 1844 dadurch einen wesentlichen Fortschritt an, dass er die weichen Stäbchen aus Holzkohle durch solche aus der harten, graphitähnlichen Retortenkohle ersetzte und diese vertical über einander an einem Gestelle befestigte. Hierdurch wurde einerseits die Brenndauer erheblich verlängert und andererseits das Nachschieben der Kohle bequemer gemacht. Deleuil benützte noch im selben Jahre Foucault's Handregulator, die erste Lampe für elektrisches Licht — wenn man diese höchst primitive Vorrichtung schon so nennen darf — zu einer öffentlichen Beleuchtungsprobe auf dem „Place de la Concorde" in Paris.

Den ersten Apparat, durch welchen die beiden Kohlen automatisch in der richtigen Entfernung von einander erhalten wurden, construirte Thomas Wrigth in London im Jahre 1845. Im Innern einer Glaskugel waren fünf kreisförmige Kohlenscheiben zwischen zwei Ringen im Kreise neben einander befestigt und wurden durch ein Räderwerk in langsame Rotation versetzt. Bei Schluss des Stromes standen sämmtliche Scheiben mit ihren Rändern in Berührung. Hierauf wurden die Scheiben 2 und 4 durch Schrauben weggerückt und nun entstand an jeder Seite dieser Scheiben ein Lichtbogen. In Folge der Rotation der Kohlenscheiben kamen immer neue Stellen jedes Scheibenumfanges an jene Stelle, an welcher der Lichtbogen war und sicherten dadurch auf längere Zeit eine gleichbleibende Entfernung der Kohlen von einander und somit auch die Erhaltung des Lichtbogens.

Die erste Lampe, bei welcher ein Nachschub der Kohle ihrem Abbrennen entsprechend bewirkt wurde, hat W. E. Staite im Jahre 1846 erdacht. Hierbei stiessen die beiden Kohlen unter einem spitzen Winkel gegen eine unverbrennbare Masse und wurden gegen diese durch Spiralfedern angedrückt. Das Anzünden erfolgte natürlich von Hand aus. Im Jahre 1847 kam Staite auf den Gedanken, den Strom selbst zur Regulirung der Lichtbogenlänge zu verwenden. Dieses Princip, welches einen wesentlichen Fortschritt bedeutet, gelangte fast in allen später construirten Lampen zur Anwendung und ist auch in den gegenwärtig gebräuchlichen Regulatoren beibehalten. Im selben Jahre soll auch bereits Archereau öffentliche Experimente mit einem von ihm erfundenen Regulator angestellt haben, dessen Construction gewöhnlich in das Jahr 1849 versetzt wird. Derselbe ist in Fig. 242 abgebildet.

Die beiden Kupfersäulen *AB* und *CD* sind auf einem Holzgestelle befestigt und oben durch eine Kupfertraverse *AC* verbunden; letztere trägt den festen positiven Kohlenhalter *t*. Das Solenoid *S* wird durch zwei andere isolirte Traversen *EF* und *GH* getragen und ist auf ein Kupferrohr aufgerollt, in welchem mit sanfter Reibung die Eisenstange *JK* als Träger der negativen Kohle *t'* gleitet. Sie hängt in einer bei *G* befestigten und über zwei Rollen laufenden Saite, deren zweites Ende als Gegengewicht einen kleinen Becher mit Bleischrot trägt.

So lange das Solenoid von keinem Strome durchflossen wird, wird die untere Kohle durch das Gewicht des Bleischrotes mit der oberen in Berührung erhalten. Schaltet man aber die Lampe in den Stromkreis einer Elektricitätsquelle ein, so fliesst der Strom durch das mit + bezeichnete Drahtende in das Solenoid *S*, durchläuft dasselbe, geht dann durch das mit dem Kupferrohre verbundene Ende der Spirale in das Kupferrohr, von diesem durch den mit dem Rohre in Contact befindlichen Eisenstab in die positive Kohle und verlässt durch die obere negative Kohle und das Lampengestelle bei *D* die Lampe. Hierbei wird der Eisenkern magnetisch und daher von der Spule angezogen. Letztere strebt ihn in sich hineinzuziehen, also den unteren Kohlenträger zu senken und dadurch die beiden Kohlen von einander zu entfernen. Dieser Anziehungskraft wirkt das Gewicht des Bleischrotes entgegen.

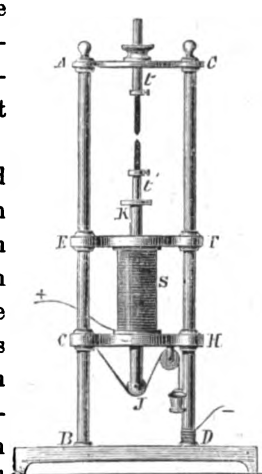
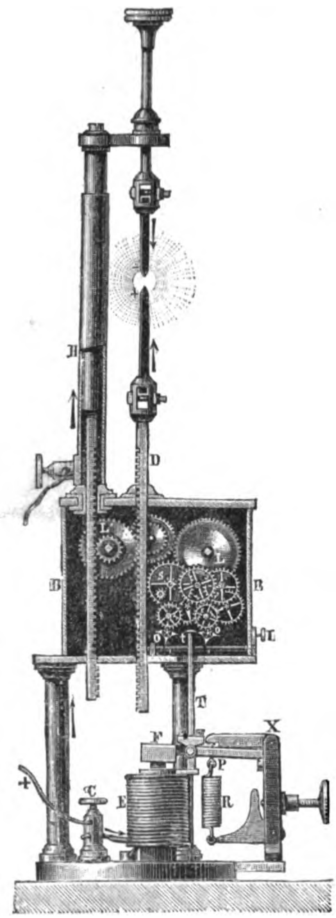


Fig. 242.

Ist nun dieses Gewicht der Stromstärke entsprechend bemessen, so wird zwischen diesen beiden auf dem unteren Kohlenträger nach entgegengesetzten Richtungen wirkenden Kräften dann Gleichgewicht eintreten, wenn die Entfernung der beiden Kohlen von einander gerade so gross geworden ist, dass sie von dem durch das Auseinanderziehen der Kohlen hervorgerufenen Lichtbogen überspannt werden kann. Nachdem in der eben geschilderten Weise der Lichtbogen durch die Lampe automatisch gebildet ist, brennen die Kohlen nach und nach ab und vergrössern dadurch die Entfernung ihrer Spitzen von einander. Da durch dieses Wachsen der Lichtbogenlänge eine Zunahme des Widerstandes im Stromkreise und hierdurch eine Abnahme der Stromstärke bewirkt wird, so kann nun die ebenfalls verringerte Anziehungskraft des Solenoides der stets unveränderlichen Kraft des Gegengewichtes nicht mehr das Gleichgewicht halten, d. h. die Kraft des Gegengewichtes muss überwiegen und daher zu einer Aufwärtsbewegung des unteren Kohlenträgers führen. Die beiden Kohlen nähern sich also wieder einander, der Lichtbogen wird verkürzt, der Widerstand im Stromkreise wieder verringert und die Stromstärke nimmt, gleichzeitig die Kraft des Solenoides erhöhend, zu. Die durch das Gegengewicht veranlasste Aufwärtsbewegung des unteren Kohlenträgers kann daher offenbar nur so lange andauern, bis durch diese Bewegung Lichtbogenlänge, Widerstand und Stromstärke wieder die ursprünglichen Werthe erreicht haben, weil dann abermals die Kraft des Solenoides jener des Gegengewichtes das Gleichgewicht halten wird. Ist also ursprünglich das Bleischrot richtig bemessen, so wird die richtige Lichtbogen-

länge stets durch die Lampe selbst erhalten; denn die angegebene Regulirung erfolgt nicht sprungweise, sondern allmählig und ständig, da ja auch die Kohlen allmählig abbrennen und dadurch eine allmählige Aenderung der massgebenden Factoren herbeiführen.

Archereau's Regulator ist zwar gegenwärtig nicht in praktischer Verwendung, wurde aber doch eingehender besprochen, weil die Art, in welcher sich die Regulirung der Lichtbogenlänge abspielt, mehr oder weniger modificirt, in den meisten gegenwärtig benützten Lampen, wenigstens dem Principe nach, dieselbe ist.


Fig. 243.

Foucault construirte seine erste, die Lichtbogenlänge automatisch regulirende Lampe im Jahre 1858; sie war allerdings complicirter als die Archereau's, soll aber auch bessere Resultate ergeben haben. Einer ihrer Mängel bestand darin, dass die erste Entfernung der Kohlenspitzen von einander (um den Lichtbogen zu entzünden) durch die Hand bewerkstelligt werden musste. Später construirte Foucault gemeinschaftlich mit Duboscq einen Regulator, bei welchem dieser Uebelstand beseitigt erscheint. Dieser Apparat war es auch, welcher die Einführung des elektrischen Lichtes zu besonderen Effecten auf den Bühnen grösserer Theater veranlasste. Es wurde nämlich mit seiner Hilfe und der eines Hohlspiegels in der Pariser Oper der Aufgang der Sonne im „Propheten" dargestellt, und ein solcher Erfolg erzielt, dass von da ab das elektrische Licht zu den genannten Zwecken in häufige Anwendung kam. Der Regulator von Foucault-Duboscq ist zwar seither durch viele Lampenconstructionen überholt worden, wird aber doch noch hin und wieder z. B. in Projections-Apparaten oder überhaupt in Combination mit Hohlspiegeln oder Linsen verwendet und war auch in der Ausstellung des k. k. österr. techn. und administrativen Militär-Comités zu sehen.

In den Kasten BB', Fig. 243, befinden sich zwei Uhrwerke, die von den Federgehäusen L und L' ihre Bewegung erhalten. Das Uhrwerk L läuft in das Sternrädchen o, das Uhrwerk L' in das Sternrädchen o' aus. Zwischen beiden Sternrädchen ist der Sperrzahn Tt, welcher mit dem Hebel FX verbunden ist. Diesen sucht das Solenoid E, dessen Anker das Hebelende F bildet, nach der einen Richtung, die Feder B nach der entgegengesetzten Richtung zu drehen. Halten sich die Federkraft und die Anziehungskraft des Solenoides das Gleichgewicht, so steht der Sperrzahn Tt in der Mitte zwischen den beiden Sternrädern oo' und hemmt beide in ihrer Bewegung. Ueberwiegt die Federkraft, so ist das Rädchen o' und das damit zusammenhängende Uhrwerk gehemmt, während

das Rädchen *o* mit seinem Uhrwerke laufen kann. Beim Ueberwiegen der Anziehungskraft des Solenoides ist das Umgekehrte der Fall. Die Hemmung des einen oder andern Uhrwerkes wird durch das Satellitenrad *S* vermittelt. Die beiden Uhrwerke sind so angeordnet, dass das eine die beiden Kohlenträger mit Hilfe ihrer Zahnstangen gegen einander, das andere sie von einander bewegt. Hierbei ist durch ein entsprechendes Verhältnis der Raddurchmesser (1 : 2) dafür gesorgt, dass die eine Kohle, entsprechend dem ungleich schnellen Abbrennen der Kohlen, sich doppelt so schnell als die andere bewegt.

Der Strom tritt durch die Klemme *C* in das Solenoid ein, geht durch die Lampenmasse in den Träger *D*, bildet den Lichtbogen und verlässt durch den oberen Kohlenträger *H* die Lampe. Ist die Entfernung der Kohlenspitzen die richtige, so halten sich die Anziehungskraft des Solenoides und die Federkraft das Gleichgewicht, und der Sperrzahn steht in der Mitte der beiden Rädchen *o o'*, hemmt also beide Uhrwerke. Wird jedoch die Entfernung der Kohlenspitzen von einander zu gross, so nimmt in Folge des grösseren Widerstandes im Lichtbogen die Stromstärke und somit auch die Anziehungskraft des Solenoides ab; die Feder zieht den Sperrzahn nach rechts und gibt dadurch das mit dem Rädchen *o* in Verbindung stehende Uhrwerk frei, welches die Kohlen gegen einander bewegt. Sobald jedoch die normale Länge des Lichtbogens wieder hergestellt ist, hat auch das Solenoid seine frühere Anziehungskraft erreicht, zieht deshalb den Anker an, und der mit letzterem verbundene Sperrzahn hemmt abermals beide Uhrwerke. Ist der Lichtbogen zu klein, so gewinnt das Solenoid so sehr an Kraft, dass es die Federkraft übertrifft und durch den Hebel den Sperrzahn so weit nach links dreht, dass dadurch das Rädchen *o'* und dessen Uhrwerk freigegeben wird. Letzteres bewirkt aber ein Auseinandertreiben beider Kohlenspitzen, und zwar ebenfalls wieder bis zur Herstellung der normalen Lichtbogenlänge.

Die Empfindlichkeit der Regulirung kann durch Veränderung in der Spannung der Feder *B* beliebig gemacht werden. Zu diesem Zwecke ist die Feder mit ihrem unteren Ende an einem Winkelhebel befestigt, dessen Stellung durch eine Schraube bestimmt wird. Der complicirte Mechanismus und der Umstand, dass die Lampe vor ihrem Gebrauche erst aufgezogen und besonders eingestellt werden muss, machen sie trotz ihrer befriedigenden Leistung für die praktische Verwendung im Grossen unbrauchbar.

Im Jahre 1852 liess sich Roberts mehrere Lampenconstructionen patentiren, deren eine darum interessant ist, weil sie sich des Principes der magnetischen Bremsung bedient, eines Principes, welches auch bei gegenwärtig gebräuchlichen Lampen, z. B. jener von Gülcher, benützt ist. Die aus demselben Jahre stammende Lampe von Slater und Watson besitzt eine Bremsung, wie gegenwärtig z. B. die Lampe von Brush. Im Jahre 1853 geben Ch. Binks u. A. auch eine Art Kerze an, deren negative Kohle röhrenförmig gestaltet war, während der positive Kohlenstab innerhalb dieser Röhrenkohle dem Abbrennen entsprechend durch ein Uhrwerk vorgeschoben wurde. Im Jahre 1858 stellte Jaspar seine Bogenlampe aus, die mit einigen Abänderungen gegenwärtig häufig verwendet wird.

Doppeltes Interesse verdient die von Lacassagne und Thiers im Jahre 1855 construirte Lampe, da bei ihr einerseits das hydrostatische Princip zur

Regulirung der Bogenlänge benützt wird, sie also ein Vorbild der Lampe von Sedlaczek und Wikulill bildet, und andererseits, weil die Lampe von Lacassagne und Thiers die erste sogenannte Differentiallampe darstellt, auf deren Princip und Bedeutung wir später noch zurückkommen müssen. Aus diesem Grunde sehen wir auch hier von einer Beschreibung der Lampe ab.

Der von Serrin im Jahre 1857 erdachte Regulator ist abermals eine Lampe, die zu den gegenwärtig häufig in Gebrauch stehenden Lampen zählt.

Waren somit auch die Lampenconstructionen so weit vervollkommnet, dass sie ihrerseits die Verwendung des elektrischen Lichtes für industrielle Zwecke ermöglichten, so standen einer allgemeinen Anwendung doch noch die hohen Kosten der Stromerzeugung hindernd im Wege. Allerdings hatte man bereits gelernt, Batterien zusammenzustellen, welche der Wirkung der ursprünglichen Volta-Elemente weit überlegen waren (wie z. B. die im Jahre 1842 von Bunsen erfundenen Elemente), aber immerhin musste der von den Batterien gelieferte Strom mit einem verhältnismässig theuerem Materiale, nämlich mit Zink bezahlt werden. Zu einer allgemeinen Anwendung wurde das elektrische Licht erst durch eine entsprechende Ausbildung der elektrischen Maschinen befähigt. (Vergleiche Seite 63 und 64 des Ausstellungs-Berichtes.)

Nachdem Maschinen und Lampen eine leistungsfähige Form erhalten hatten, tauchte aber ein neues Hindernis auf. Eine Maschine konnte zwar Ströme für ein sehr kräftiges Licht liefern, diese Ströme waren aber eben nur für ein Licht verwendbar. Sollte also die Anwendbarkeit des elektrischen Lichtes nicht nur auf eine engbegrenzte Anzahl von Fällen beschränkt bleiben, so musste man auf Mittel und Wege sinnen, den von einer Maschine gelieferten Strom zur Speisung mehrerer beliebig vertheilter Lampen derart zu verwenden, dass die einzelnen Lampen von einander gänzlich unabhängig bleiben; man hatte also noch das Problem der Lichttheilung zu lösen.

Sieht man von den früheren Theilungsversuchen, die von Quirini & Deleuil (1855), Le Roux (1868), Mersanne (1873) u. A. gemacht wurden, und die ohnehin kein praktisch verwerthbares Resultat ergaben, ab, so muss die Erfindung der elektrischen Kerze durch P. Jablochkoff als die erste praktische Lösung des Problems der Lichttheilung bezeichnet werden. Die Kerze bedurfte gar keines wie immer gearteten Mechanismus, die Kohlen blieben vom Beginne des Brennens bis zu Ende in derselben unveränderlichen Entfernung von einander, und deshalb konnte man auch den Strom einer Maschine durch mehrere Kerzen hinter einander leiten, wenn nur die Stromstärke eine ausreichende war. Hier konnte die Bewegung des Regulirungsmechanismus einer Lampe, jenen der andern nicht stören, weil eben überhaupt keiner vorhanden war. Diese gelungene Lichttheilung und die überraschend einfache Lösung dieses Problems riefen in der That auch eine mächtige Bewegung hervor und bewirkten in kürzester Zeit eine grosse Verbreitung der elektrischen Beleuchtung.

Leider stellten sich im selben Masse, als die Kerzen an Verbreitung gewannen, auch verschiedene Uebelstände heraus. Der häufige Farbenwechsel ihres Lichtes, das Ausgehen sämmtlicher Kerzen eines Stromkreises, beim Erlöschen einer Kerze, das Nichtwiederentzünden einer ausgegangenen Kerze, die Noth-

wendigkeit Wechselströme anzuwenden u. s. w. veranlassten das Zurückgreifen auf solche Lampen, bei welchen die Entfernung beider Kohlen von einander ständig durch irgend eine Vorrichtung regulirt wird. Bei Anwendung solcher Lampen gelang es, die Lichttheilung durch eine entsprechende Anwendung jener Gesetze zu lösen, welche für die Stromverzweigung Geltung haben.

Bekanntlich unterscheidet man eine zweifache Verbindung der einzelnen Theile eines Leiterkreises unter einander und bezeichnet die eine als Hintereinanderschaltung (Schaltung auf Spannung) und die andere als Parallelschaltung (Schaltung auf Quantität). Von diesen beiden Schaltungen wird die erstere fast ausnahmslos für getheiltes Licht unter Anwendung von Bogenlampen benützt..

Der Stromkreis *SS* (Fig. 244) theilt sich bei *a* in zwei Zweige, die sich bei *b* wieder vereinigen. Bei dieser Anordnung müssen sich die Stromstärken in den Zweigen S_1 und S_4 umgekehrt verhalten, wie die Widerstände dieser Zweige, und die Summe der Stromstärken in beiden Zweigen wird gleich sein der Stromstärke im ungetheilten Leiter *S*; dasselbe gilt natürlich auch für die Verzweigung S_2S_3 oder eine 3., 4. . . . . , derartige Verzweigung. Schaltet man nun in diesen Stromkreis Lampen derart ein, dass ihre Kohlen in S_1, beziehungsweise in S_3 kommen, ihr Regulirungsmechanismus aber von S_4, beziehungsweise S_2 in Bewegung gesetzt wird, so ist hiermit die Lichttheilung durch Stromverzweigung gelöst; denn jetzt functionirt das System folgendermassen: Der Strom theilt sich bei *a* in zwei Theile, deren weitaus grösserer durch S_1 geht, weil hier, so lange sich die beiden Kohlen berühren, der Widerstand ein geringer ist, in S_4 aber eine Drahtspirale von hohem Widerstande sich befindet. Nun gehen die Kohlen auseinander und es bildet sich der Lichtbogen; dadurch wird der Widerstand in S_1 vergrössert und erreicht durch das fortgesetzte Abbrennen der Kohlen endlich eine Höhe, die jene in der Spirale des Regulirungsmechanismus überragt. Es wird daher jetzt in S_4 der stärkere, in S_1 der schwächere Stromantheil durchfliessen und ersterer Umstand bewirken, dass der Regulirungsmechanismus in Thätigkeit kommt, d. h. es werden die Kohlen wieder einander genähert werden. Wie aus dieser Betrachtung ersichtlich, erfolgt die Regulirung der Lampe innerhalb der Punkte *a* und *b*, und die Stromstärken wechseln auch nur in den Zweigen zwischen diesen Punkten. Die Stromstärke in der ungetheilten Leitung bleibt aber unverändert; wenn deshalb zwischen *c* und *d* eine zweite Lampe eingeschaltet wird, ist dieselbe von den Regulirungen und damit verbundenen Stromschwankungen in der ersten Lampe vollkommen unabhängig.

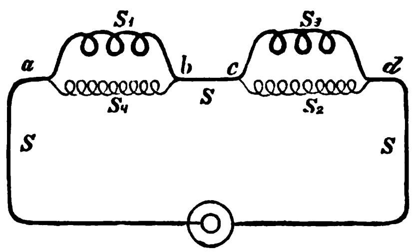


Fig. 244.

Die erste Lampe, welche nach diesem Principe mit der speciellen Absicht, sie für Theilungslicht zu verwenden, construirt wurde, ist die Lampe von Tschikoleff; diese Lampe stand schon im Jahre 1877 in praktischer Verwendung.

Siemens zeigte bereits auf der Wiener Weltausstellung im Jahre 1873 eine Lampe mit Nebenschluss und ihm gelang es auch zuerst, Lampen für

Theilungslicht, nämlich durch die von Hefner-Alteneck construirten Differential-Lampen, in ausgedehntem Masse zur praktischen Verwendung zu bringen; das diesbezügliche Patent wurde im Jahre 1879 genommen. Hiermit sind wir in Bezug auf die Lampen mit Voltabogen bei den gegenwärtig in Gebrauch stehenden Lampen angelangt.

Es erübrigt uns nur noch in einigen Zeilen die Geschichte der Glühlichtlampen zu skizziren. Zwar ist es erst in jüngster Zeit gelungen, Glühlichter in solcher Form und mit solchen Eigenschaften herzustellen, dass eine praktische Verwerthung in ausgedehntem Masse rationell erscheint, aber die diesbezüglichen Versuche reichen doch ziemlich weit zurück.

Schon im Jahre 1838 machte Jobart in Brüssel den Vorschlag, eine kleine Kohle in einem luftleeren Gefässe als Leiter für den Strom zu benützen und diese Vorrichtung dann als Lampe zu gebrauchen. Im Jahre 1841 liess sich F. Moleyns in Cheltenham ein Patent auf eine Lampe geben, welche darauf beruhte, dass auf eine durch den Strom zum Glühen gebrachte Platinspirale feines Kohlenpulver fiel. Jobarts Schüler, de Changy nahm im Jahre 1844 die Idee seines Lehrers wieder auf und construirte eine Lampe mit einem Stäbchen aus Retortenkohle. Ebenso benützte Starr (Patent King) im Jahre 1845 ein glühendes Kohlenstäbchen im Vacuum. In diesem Patente heisst es: „Wenn man Kohle anwendet, ist es zweckmässig selbe wegen ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoffe der Luft, von der Luft und Feuchtigkeit abzuschliessen. Nach Starr's Angabe wird dies am besten durch Herstellung einer Barometerleere im Lampengefässe erreicht. Im Jahre 1846 construirten Greener & Staite eine der King'schen ähnliche Lampe und gaben an, dass es zweckmässig sei, die Kohlen vor ihrem Gebrauche durch Salpetersäure zu reinigen.

Im Jahre 1849 schlug Petrie vor, an Stelle des Platins Irridium zu verwenden und im Jahre 1858 nahm Changy sein erstes Patent auf eine Glühlichtlampe mit Platindraht (und eine Art der elektrischen Lichttheilung). Der russische Physiker Lodyguine benützte im Jahre 1873 Kohlenstäbe zu seiner Lampe, welchen er an jenen Stellen, an welchen sie glühen sollten, einen geringen Querschnitt gab. Je zwei solcher Kohlenstäbe wurden in ein hermetisch verschliessbares Glas gebracht und mit einem Stromwechsler so verbunden, dass nach Zerstörung eines Stabes der zweite eingeschaltet werden konnte. Mehr oder weniger ähnliche Lampen construirten im Jahre 1875 Konn und im Jahre 1876 Bouliguine. Die sämmtlichen bisher genannten Lampen haben sich aber als praktisch unverwerthbar erwiesen. In den Jahren 1877 bis 1880 erhielten die Glühlichtlampen endlich durch Swan, Maxim, Edison und Lane-Fox jene Form, in der wir sie gegenwärtig bereits vielfach in praktischer Verwendung sehen. Bahnbrechend für diese Beleuchtungsart wurde namentlich Edison, als er bei der Pariser Ausstellung im Jahre 1881 bereits mit einem bis in die kleinsten Details ausgebildeten Beleuchtungssysteme auftrat.

II. Lampen für elektrisches Licht.

Zur Erzeugung des elektrischen Lichtes sind gegenwärtig zwei Methoden in Anwendung. Die eine bedient sich des Voltabogens, die andere benützt die Eigenschaft des elektrischen Stromes, Körper von hohem Leitungswiderstande (fast immer Kohle) zur heftigen Weissgluth zu erhitzen. Diese beiden Methoden wurden in nachstehende praktische Formen gebracht:

1. Man setzt an jener Stelle des Stromkreises, an welcher man Licht erzeugen will, einen Leiter von grossem Leitungswiderstande ein, der von dem durchfliessenden Strome derart erhitzt wird, dass er in helle Weissgluth kommt. 2 Man unterbricht an der gewünschten Stelle den Stromkreis und bringt die beiden Enden desselben, von welchen eines immer ein Kohlenstäbchen ist, nur zu loser Berührung; dieser Umstand und der geringe Querschnitt des Kohlenstäbchens schafft dem Stromdurchgange an der Berührungsstelle beider Enden gleichfalls ein bedeutendes Hindernis. Ist der Kohlenstab mit dem positiven Pole der Elektricitätsquelle in Verbindung, so kommt er an der Berührungsstelle mit dem zweiten Ende des Stromkreises in lebhaftes Glühen und verbrennt unter starker Lichtentwicklung. 3. Man bedient sich zur Lichterzeugung des Voltabogens.

Da alle Lampen, so mannigfach ihre Constructionen sein mögen, auf einer der angegebenen Arten der Lichterzeugung beruhen, so lassen sie sich in nachstehende Gruppen bringen. Die erste Gruppe umfasst alle jene Lampen, bei welchen im ununterbrochenen Stromkreise ein schlechter Leiter zum Glühen erhitzt wird und dadurch Licht aussendet, während bei der zweiten Gruppe an der Berührungsstelle zweier Elektroden durch deren unvollkommenen Contact ein grosser Widerstand dem Strome entgegengesetzt wird, welcher dann die Ursache des Glühens und Leuchtens bildet; das Licht setzt sich dabei zusammen aus dem Glühen des Kohlenstückes und aus sehr kleinen Voltabogen, die zwischen den Unebenheiten der sich berührenden Elektroden auftreten. Jene Lampen, welche sich des Voltabogens bedienen, kann man in drei Gruppen eintheilen, welche sich dadurch von einander unterscheiden, dass bei der ersten dieser drei Gruppen die Entfernung der Kohlenspitzen während der ganzen Dauer des Voltabogens ununterbrochen durch irgend eine Vorrichtung der jeweiligen Stromstärke entsprechend regulirt wird, während bei den beiden übrigen Gruppen die Entfernung der beiden Kohlenspitzen von einander so lange unverändert bleibt, als der Bogen glüht. Die Constanz der Lichtbogenlänge ist, wie sich Uppenborn sehr treffend ausdrückt, durch die geometrische Construction der Lampe bewirkt. Die beiden letzten Gruppen unterscheiden sich unter einander nur durch die Anordnung der Kohlen, indem diese bei der einen parallel neben einander, bei der andern jedoch gegen einander geneigt verwendet werden.

Die fünf Gruppen sind demnach:

1. G l ü h l i c h t- o d e r I n c a n d e s c e n z-L a m p e n: Das Licht kommt durch Glühen eines schlechten Leiters im ununterbrochenen Stromkreise zu Stande; dieser Leiter ist keiner regelmässigen Verbrennung unterworfen.

2. Halbglühlicht- oder Halbincandescenz-Lampen: Das Licht entsteht an der Berührungsstelle zweier Leiter; einer derselben verbrennt mehr oder weniger rasch.

3. Regulator-Lampen: Das Licht wird durch den Voltabogen gebildet und die Entfernung der Kohlenspitzen wird beständig der Stromstärke entsprechend regulirt.

4. Elektrische Kerzen: Das Licht wird ebenfalls durch den Voltabogen gebildet, aber die Entfernung der Kohlenspitzen von einander während der ganzen Dauer des Brennens nicht geändert; die Kohlen stehen parallel nebeneinander.

5. Lampen mit gegeneinander geneigten Kohlen: Das Licht wird in derselben Art erzeugt und die Lichtbogenlänge in derselben Art constant erhalten, wie in der Gruppe 4., aber die Kohlen sind gegen einander geneigt.

Dieser Eintheilung folgend sollen im Nachstehenden die zur Ausstellung gesandten Lampen beschrieben werden. Wir müssen jedoch hierzu bemerken, dass es in Folge der zahlreichen Lampenconstructionen einerseits und des eng bemessenen Raumes andererseits unmöglich ist, hierin Vollständigkeit anzustreben; es werden deshalb nur jene Lampen in Betracht gezogen, welche sich bereits eine hervorragende Bedeutung errungen haben, und solche jüngeren Datums, die einer Beachtung werth erscheinen und noch weniger allgemein bekannt sind.

1. Glühlicht- oder Incandescenz-Lampen.

Th. A. Edison verwendet zur Herstellung seiner in Fig. 245 abgebildeten Lampe Bambusfaser. Das Bambus wird durch Maschinen entschält, in Fasern getheilt und diesen die entsprechende Form mit einer bewunderungswürdigen Regelmässigkeit gegeben. Sie sind etwa 1 *mm* breit und 12 *cm* lang und werden in die Gestalt eines ∩ gebracht. Dann werden diese Bambusbögen in Eisenformen von entsprechender Gestalt sorgfältig eingeschlossen und zu Tausenden in einen Ofen eingesetzt; die Verkohlung ist rasch beendet und wenn man die Formen, nachdem sie erkaltet sind, öffnet, findet man an Stelle der Bambusfasern einen Faden vegetabilischer Kohle von hinreichender Feinheit, Härte und Festigkeit. Der Kohlenbügel wird hierauf an Platindrähten befestigt und dann schmilzt man diese sorgfältig in ein Glasgefäss von der Form einer Birne ein. Zum Auspumpen der Luft aus der Birne hat Edison anfangs Quecksilberluftpumpen nach Geissler oder Sprengel angewandt; da diese aber in ihrer damaligen Form für ein fabriksmässiges Arbeiten nicht geeignet waren und auch die hierbei sich entwickelnden Quecksilberdämpfe lästig wurden, hat sie Edison derart modificirt, dass sie jetzt weit über 500 an der Zahl (im Menlo-Park) regelmässig die Glasgefässe evacuiren. Während des Auspumpens wird durch die Kohlenbügel ein elektrischer Strom gesandt, der den Zweck hat, durch Erwärmen der Kohlen die von diesen absorbirten Gase auszutreiben, was zur Festigkeit der Kohlenfäden unbedingt erforderlich ist.

Der Lampenhals wird durch einen in denselben hineinragenden und mit ihm zusammengeschmolzenen Glasstöpsel gegen das Eindringen von Luft hermetisch abgedichtet, indem letzterer ein Rohr bildet, welches an dem oberen Ende durch einen Glasboden geschlossen, an dem unteren hingegen zu einem Wulst ausgebaucht ist; mit diesem ist die cylindrische Lampenöffnung verschmolzen. Die

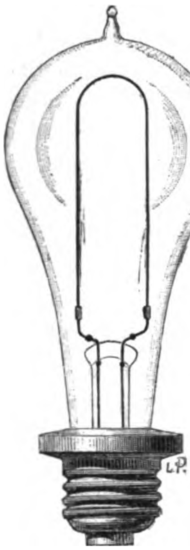


Fig. 245.

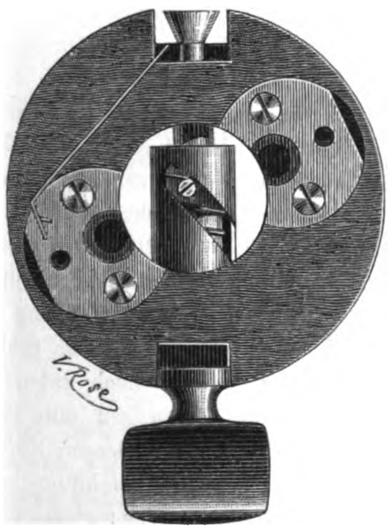


Fig. 247.

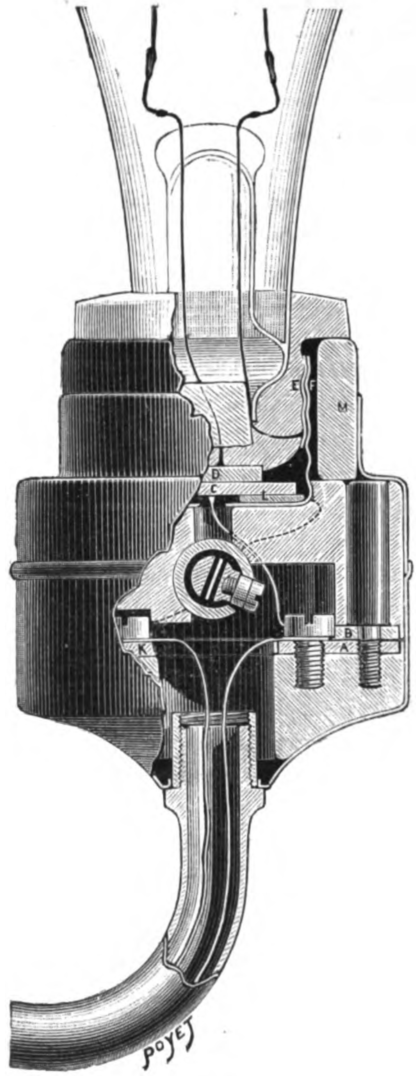


Fig. 246.

Einfügung der beiden Metalldrähte in die noch flüssige Glasmasse des Stöpselbodens gehört zu den schwierigsten Theilen der Fabrikation, da es wesentlich darauf ankommt, dass Temperaturveränderungen die Drähte nicht lockern und dadurch zu undichten Stellen Veranlassung geben. Edison benützt deshalb Platin,

dessen Ausdehnungscoefficient dem Glase nahekommt. Damit zu hohe Temperaturen die mit den Platindrähten durch galvanische Verkupferung verbundenen Kohlenfasern an den Verbindungsstellen nicht abschmelzen, werden die Fasern an ihren Enden in solchem Masse verstärkt, dass der Widerstand für den Strom daselbst nur gering ist. Die freien Enden der Platindrähte werden mit den Kupfergarnituren verbunden, welche durch Gypsfüllung von einander isolirt sind.

Die Figuren 246 und 247 veranschaulichen Fassung und Sockel der Lampe im Längs- und Querschnitte, erstere mit Messinggarnituren ausgestattet, von denen *F* das Muttergewinde der an der Lampe angebrachten Schraube, *C* den Boden bildet. Beide sind mit Leitungsdrähten versehen und durch eine Scheibe *L* aus einer isolirenden Masse getrennt, deren Aufgabe, wie die des Holzringes *M*, darin besteht, die benachbarten Metallflächen zu isoliren.

Mit dem Einschrauben der Lampe in die Fassung entsteht zwischen Schraubengewinde *E* und Mutter *F*, sowie den Platten *C* und *D* gleichzeitiger Contact. Innerhalb der zweitheiligen, mit Messingblech bekleideten Holzfassung wird die Leitung durch Berührung zweier auf einander geschraubter Plattenpaare *B*, *J* und *A*, *K* hergestellt. An erstere sind die von den Garnituren *C* und *F* ausgehenden Drähte gelöthet, bei letzteren werden die Leitungsdrähte mit Schrauben gegen die Platten *A* und *K* gepresst. Die Befestigung der Fassungen an Wandarmen und Kronleuchtern, in deren Röhren man die Leitungsdrähte legt, geschieht wie aus der Fig. 246 ersichtlich, durch Einschrauben des mit einem Gasgewinde versehenen Rohrendes.

Die Fig. 246 und 247 stellen zugleich die sinnreiche Vorrichtung zum Anzünden und Auslöschen der Lampen durch die bei Gasbeleuchtungs-Gegenständen übliche Hahndrehung dar, zu welchem Zwecke der von der Garnitur *F* ausgehende Draht nicht direct zur Platte *J* geführt, sondern in der Mitte unterbrochen wird, so dass eine Hälfte von *F* mit *G*, die andere *H* mit *J* communicirt. Da beide Plattenhälften *G* und *H* von einander isolirt sind, muss beim Anzünden der Lampe ein Contact zwischen ihnen hergestellt werden, der dem Strome den Uebergang gestattet und durch dessen Unterbrechung das Licht wieder erlischt. Um dies zu ermöglichen, sind die Löcher der Platten *G* und *H* innen versenkt, so dass der in der Axe dieser Höhlung bewegliche, geschlitzte und in einen Conus endigende Zapfen *A* in der trichterförmigen Oeffnung sich genau anschmiegen kann, in welchem Bestreben er durch die in dem Schlitze angebrachte Druckfeder zur erhöhten Sicherheit des Contactes noch unterstützt wird. Um durch die Drehung des Hahnes nach beiden Richtungen eine axiale Bewegung zu erhalten, ist an dem Zapfen ein Zahn befestigt, dessen Kopf in einer schraubenartigen Coulisse geführt wird. Es ist aus der Zeichnung leicht ersichtlich, dass durch die Drehung des Hahnes in dem einen oder anderen Sinne der Conus in die Platten *H* und *G* hineingezogen wird und den Strom schliesst oder aus demselben heraustritt und die Leitung unterbricht. Wenn der Conus den Contact zwischen den Platten *G* und *H* hergestellt hat, tritt der Strom (Fig. 246) durch den Zuleitungsdraht in die Scheibe *A*, von dieser durch *B* zur Bodenplatte *C* der Fassung, hierauf durch den Contact mit der Scheibe *D* in die Lampe, in welcher er nacheinander den von letzterer ausgehenden Platin-

draht und die Kohlenfaser durchfliesst, um durch den andern Platindraht zur Garnitur *E* zurückzukehren, deren Schraubengewinde ihm den Wiedereintritt in die Fassung durch die Mutter gestattet. Mittelst des an letztere gelötheten Drahtes gelangt der Strom nunmehr zur Scheibenhälfte *G* und über den Conus zur Hälfte *H*, die er durch den Draht *HJ* und die Platte *K* mittelst des Ableitungsdrahtes verlässt.

Nachstehend sind für die bis jetzt eingeführten Lampen die Lichtstärken, Widerstände und die für den Betrieb erforderliche elektromotorische Kraft angegeben.

	Leuchtkraft	Widerstand	Elektromotorische Kraft
A Lampe	16 Kerzen	140 Ohm	103 Volt
„	32 „	70 „	103 „
B Lampe	8 „	70 „	56 „
„	10 „	250 „	103 „

Der in Fig. 248 dargestellte Wandarm hat bei *A*, *B* und *C* Gelenke; Fig. 249 zeigt die innere Einrichtung der Gelenke *A* und *B*. Die Leitungsdrähte dringen auf der rechten Seite in die Kammer ein und sind an zwei von einander

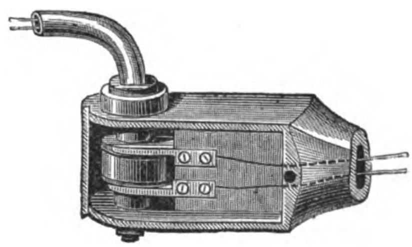


Fig. 249.

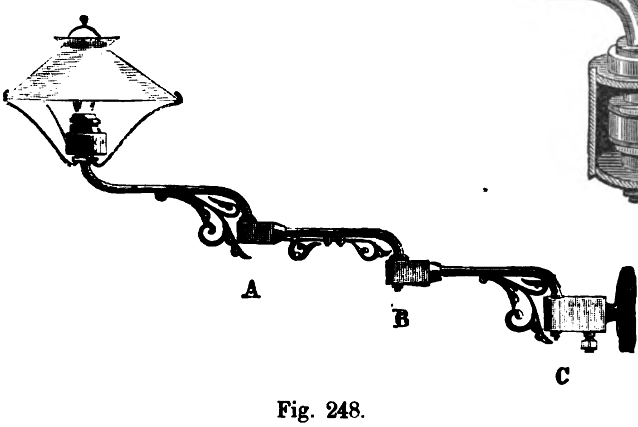


Fig. 248.

isolirten Metallstücken befestigt; diese schleifen auf zwei Metallscheiben, die gleichfalls von einander isolirt, am verticalen Theile des Knierohres aufgesetzt sind und sich mit diesem drehen. Jede der Scheiben des Cylinders ist mit einem Leitungsdrahte verbunden, der dann in der Röhre fortläuft. Bei *C* befindet sich überdies noch ein Hahn von der bereits beschriebenen Construction.

Ein Stück des Drahtes in der Hahnkapsel ist aus Blei; es hat dies den Zweck, bei etwaigem Anwachsen des Stromes in der Leitung über jene Stärke, welche für die Lampe geeignet ist, diese gegen Beschädigung (Zerstörung des Kohlenbügels) zu schützen. Der Durchmesser des Bleidrahtes ist nämlich so bemessen, dass der Draht sich bis zum Schmelzen erwärmt und auf diese Weise

den Strom eben dann unterbricht, wenn letzterer eine gefährliche Stärke anzunehmen droht.

Edison-Lampen wurden von der Compagnie Continentale Edison und Société Électrique Edison in Paris (Vertreter: Brückner, Ross & Consorten in Wien) ausgestellt und in grosser Anzahl zur Beleuchtung in der Kunsthalle und in den Interieurs verwendet. Sie erhielten ihren Strom von Edison-Maschinen (S. 96), welche durch eine Armington-Dampfmaschine (S. 40) betrieben wurden.

Das gegenwärtig gebräuchliche Modell der Swan-Lampe ist in Fig. 250 abgebildet. Die als Träger für die Kohle dienenden Platindrähte sind von einander

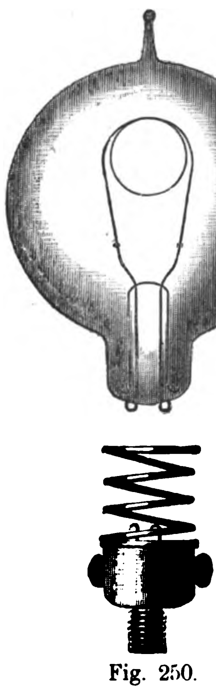


Fig. 250.

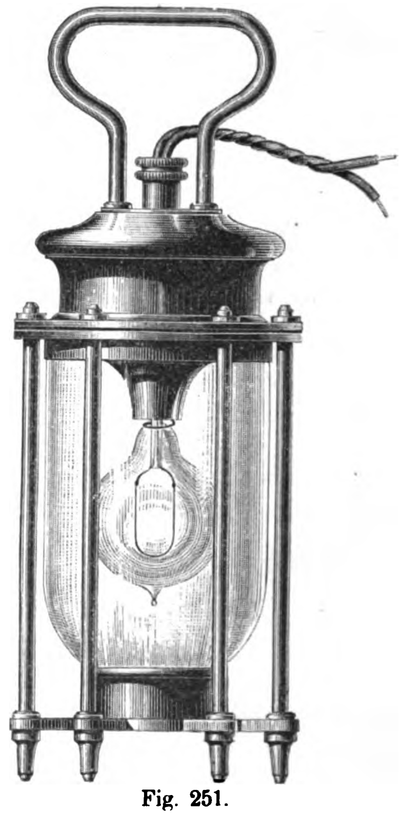


Fig. 251.

isolirt in ein mit dem unteren Ende des Glasgefässes verschmolzenes Glassäulchen mit grosser Sorgfalt eingeschmolzen und endigen nach aussen in zwei Platinschlingen. Der Ausschlusstheil zum Befestigen der Lampe an dem Beleuchtungskörper besteht aus einem Stück Hartgummi, welches unten ein Gasgewinde trägt, so dass es in jeden Gasarm, nach Herausnehmen des Brenners eingeschraubt werden kann. In der oberen Fläche dieses Ansatzstückes sind zwei Platinhäkchen angebracht, die mit je einer der seitlichen Klemmschrauben, in welche die stromzuleitenden Drähte eingeklemmt werden, in leitender Verbindung stehen. Beim Einhängen der Lampe in die Häkchen des Ansatzstückes sorgt eine Spiralfeder für den guten Contact mit den Platinschlingen.

Der beiläufig 10 *cm* lange, in der Form einer einfachen Schlinge gewundene Kohlenbügel wird aus Baumwollfasern bereitet. Diese werden in Schwefelsäure (2 Theile auf 1 Theil Wasser) getaucht und einige Zeit darin hängen gelassen. Dadurch erleiden sie jene Veränderung, die auch das Papier bei gleicher Behandlung erfährt, welches durch diese Behandlung bekanntlich in künstliches Pergament verwandelt wird. Der Faden wird also zäh und consistent. Dann setzt man ihn in der Form, welche der Kohlenbügel später haben soll, in einen Schmelztiegel, füllt diesen ganz mit feinem Kohlenstaub und erhitzt das Ganze bei hermetischem Verschlusse des Tiegels längere Zeit bis zur Weissgluth. Die Verbindung der Kohlenenden mit den Platindrähten wird bewerkstelligt, indem man den Kohlenbügel mit den Drähten zusammenlegt und an den Berührungsstellen durch Ueberwinden mit Baumwollfäden befestigt. Letztere machen dann den ganzen früher angegebenen Process der Carbonisirung mit. Für die Anwendung beim Bergbau hat Swan eine Lampe in der durch Fig. 251 versinnlichten Weise montirt.

In der Ausstellung dienten Swan-Lampen zur Beleuchtung der Kaiser-Pavillons, des Theaters und der Interieurs. Sie wurden beigestellt von der United Electric Lighting Company in London, Ganz & Co. in Budapest und Egger, Kremenezky & Co. in Wien. Die zum Betriebe erforderlichen Ströme lieferten die Wechsel-Strommaschine, System Mechwart-Zipernowsky (S. 104), Wechsel-Strommaschinen, System Zypernowsky (S. 103), Cylinderring-Maschinen mit Compound-Wicklung von Egger, Kremenezky & Co. (S. 81) und Accumulatoren des Electrical-Power Storage Company (S. 148).

Bei der Glühlichtlampe von Maxim (Fig. 252) hat der in dem Glasgefässe A eingeschlossene Kohlenbügel B die Form eines abgerundeten M erhalten. Er wird von den beiden Platindrähten CD und C_1D_1 getragen, die bei DD_1 in das Glas eingeschmolzen sind. Die Glasröhrchen D_1 sind conisch, so dass zwischen ihren Innenwänden und den Drähten haarfeine Zwischenräume bleiben. Die Kohle B läuft an ihren unteren Enden in plattenförmige Verbreitungen aus und die gleiche Form haben die Platindrähte bei CC_1. Die Befestigungsart der Kohle an den Drähten zeigt Fig. 253, welche eine Seitenansicht darstellt. An den Draht ist ein durchbohrtes Plättchen b mit Gold angelöthet, darauf kommt ein Scheibchen s aus weicher Kohle, dann der Kohlenbügel B_1 darauf wieder ein Kohlenscheibchen s_1 und zum Abschluss ein durchbohrtes Platinblättchen b_1. Alle diese Theile werden durch die Schrauben ot zusammengehalten. Die Kohlenscheibchen ss_1 haben den Zweck, einerseits einen guten Contact herzustellen und andererseits eine feste Verbindung zu ermöglichen. Würde der Kohlenbügel direct an die Platinblättchen angeschraubt werden, so würden diese beiden Bedingungen nicht erfüllt; denn bei festem Anziehen der Schrauben würden die Enden des Kohlenbügels, der ja spröde und hart ist, zerbrechen, und liesse man die Schrauben weniger fest, so wäre der Contact schlecht; der Strom würde dann bei seinem Uebergange aus den Drähten grossen Widerstand finden, an den Berührungsstellen Platin und Kohle glühend machen, ersteres schmelzen und in kurzer Zeit wäre die Verbindung ganz zerstört. Das weiche Kohlenblättchen

hingegen verhindert einerseits das Brechen des Bügels und vermittelt anderseits dadurch einen guten Contact, dass es die kleinen Zwischenräume zwischen dem Platinscheibchen und der Verbreiterung des Kohlenbügels vollkommen ausfüllt.

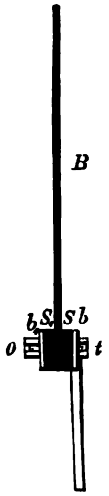


Fig. 253

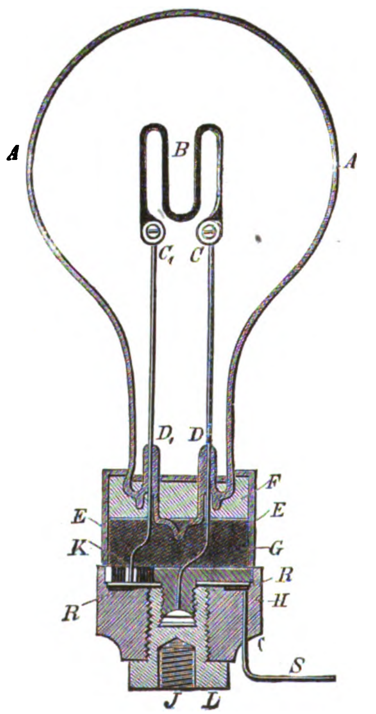


Fig. 252.

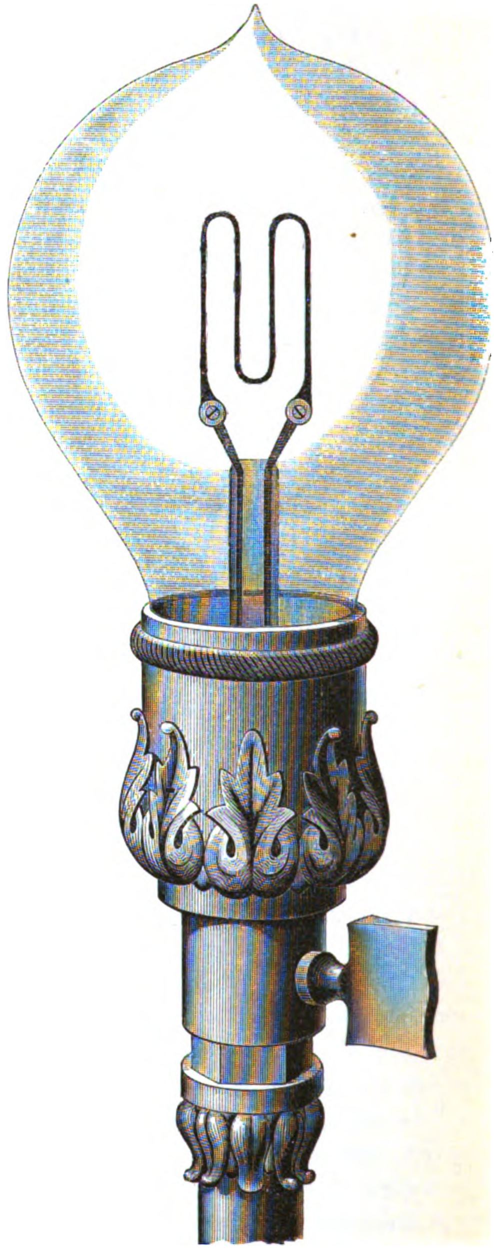


Fig. 254.

Die Glasbirne ist in eine Metallfassung *E* (Fig. 252) mit Gyps *F* eingekittet. Dieser zieht sich auch in die capillaren Räume der Röhrchen *D* hinein und dient hierdurch zur Vervollkommnung des Lampenverschlusses. Man hatte

früher lange mit der undichten Einschmelzung der Drähte in das Glas zu kämpfen, weil in Folge der ungleichen Ausdehnung von Glas und Platin (bei Temperaturveränderungen) im Glase häufig feine Risse entstanden, durch welche dann Luft einströmen konnte. Die Differenz der Ausdehnung ist weniger schädlich, wenn der eingeschmolzene Draht sehr dünn ist, weshalb Maxim auch den starken Platindraht zerfasert, jede Faser einzeln einschmilzt und ausserhalb des Glases alle diese dünne Fasern wieder vereinigt. Zur weiteren Sicherung des Verschlusses wird die Fassung *E* mit Schellack oder Copallack *G* ausgegossen.

Die Basis *H* der Lampe ist aus Vulcanit oder einem anderen Isolator verfertigt und an einen Metallkern *L* geschraubt; ein Gewinde *J* in letzterem dient zur Befestigung der Lampe an beliebiger Stelle. Der Platindraht *C* geht bis zum Metallkern, während C_1 in einen Metallpfropfen *K* endet, welcher von der Basis isolirt ist. *R* ist ein in die Basis *H* eingefügter Metallring, dessen obere Fläche direct unter dem Pfropfen *K* liegt, so dass dieser einen Contact mit dem Ringe bildet, wenn die Basis herabgeschraubt ist. Die von C_1 gebildete Leitung wird dann durch den Draht S_1, der an den Ring *R* angelöthet ist, nach aussen geführt. *C* ist durch das Metallstück *L* mit einer zweiten Leitung, oder wenn die Lampen auf Gasleitungsröhren aufgesetzt werden, mit diesen in leitender Verbindung.

Den Kohlenbügel erzeugt Maxim aus Bristolpapier; aus diesem wird zunächst ein *M* förmiges Stück ausgeschnitten, etwas grösser, als später der Kohlenbügel werden soll und dann schwach verkohlt. Hierauf befestigt man diesen schwach verkohlten Bügel an den Platindrähten und setzt ihn in die Glasbirne ein. An letzterer ist ein röhrenförmiger Ansatz (in der Figur nicht gezeichnet), durch welchen die Luft in der Glasbirne mittelst einer Quecksilber-Luftpumpe entfernt werden kann.

Ist dies geschehen, so lässt man Gasolindämpfe eintreten, pumpt diese wieder aus, bis nur mehr ein Druck von beiläufig 30 *mm* Quecksilbersäule herrscht und schaltet nun den halbverkohlten Bügel in einen Stromkreis ein. Der elektrische Strom zerlegt das Gasolin und scheidet äusserst fein vertheilt den Kohlenstoff in den Poren des Kohlenbügels aus. Wichtig ist hiebei ein starkes Glühen des letztern und die Verdünnung der Gasolindämpfe; ersteres bewirkt ein leichteres Abscheiden des Kohlenstoffes auf dem Bügel, durch letzteres wird die successive Ausscheidung äusserst feiner Kohlentheilchen, welche sich in den Poren ablagern können, ermöglicht. Ohne Verdünnung tritt eine rasche Abschneidung der Kohle ein, die sich dann nur an der Oberfläche des Bügels absetzt. Um Kohlenbügel von gleichem Widerstande, also Lampen von gleicher Leuchtkraft zu erhalten, schliesst Maxim in den Stromkreis der zu erzeugenden Lampe eine Muster- oder Normal-Lampe ein und lässt so lange Kohlenstoff niederschlagen, bis beide Lampen gleich stark leuchten. Dann wird die Glasbirne ausgepumpt, so stark wie möglich, das Ansatzrohr, durch welches sie mit der Pumpe in Verbindung gestanden, abgeschmolzen und für den Gebrauch montirt — etwa in der Art, wie es Fig. 254 zeigt.

Die Maxim-Lampen wurden durch die United States Electric Lighting Company in New-York (Vertreter V. R. v. Ofenheim-Ponteuxin in Wien) ausgestellt, durch Weston Dynamo-Maschinen (S. 95) gespeist und dienten zur Beleuchtung des Waidmann-Pavillons im Ost-Transepte und der Interieurs.

Bei der Glühlicht-Lampe von Lane-Fox hat der Kohlenbügel die Form eines einfachen Hufeisens. Zur Herstellung desselben bedient sich Lane-Fox eines entsprechend geformten Stückes Coke, welches an seiner unteren Kante eine Messerklinge erhält. Um dieses Stück Coke wird ein Hanffaden gewunden und sodann das Ganze in einen Verkohlungsofen gebracht. Beim Verkohlen ziehen sich die einzelnen Windungen des Hanffadens zusammen und reissen unter der Wirkung der Messerschneide alle an derselben Stelle, so dass man lauter gleiche Fadenstücke bekommt. Das Carbonisiren der Kohlenbügel wird durch Einbringen derselben in Benzol- oder andere geeignete Dämpfe bewirkt, indem gleichzeitig die Kohle durch den elektrischen Strom zum Weissglühen erhitzt wird. Die Verstärkung der Enden wird dadurch erreicht, dass man sie mittelst eines Drahtes verbindet, also einen kurzen Schluss herstellt, wodurch der übrige Theil des Bügels ausgeschlossen wird, und dann abermals bei Anwendung von Benzoldämpfen einen elektrischen Strom durchleitet. Die Lampe wird in verschiedenen Grössen ausgeführt; sie erfordert bei einer Leuchtkraft von 8·7 Kerzen 66 Volts und 0·673 Ampères.

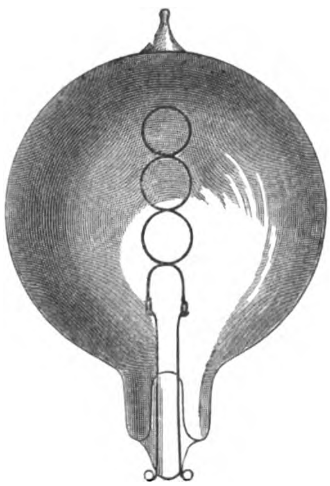


Fig. 255.

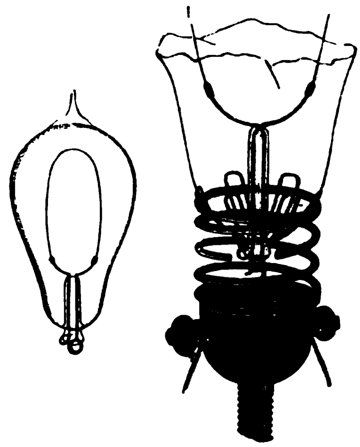


Fig. 256.

In der Ausstellung waren mit Lane-Fox-Lampen beleuchtet einige Interieurs, ein Theil der Kunsthalle und des Gartens, sowie auch der Pavillon der britischen Commission. Den Strom lieferten Brush-Maschinen (S. 87).

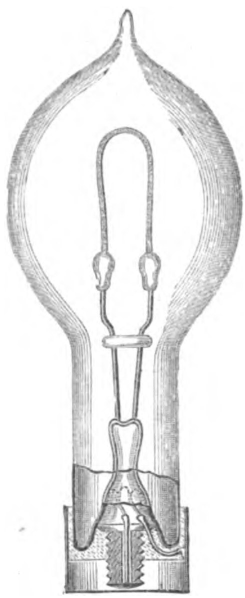
Bei den Glühlicht-Lampen von Siemens & Halske ist der hufeisenförmige Kohlenbügel an seinen beiden Enden durch kleine Kupferhülsen eingeklemmt, welche von in das Glas eingeschmolzenen Platindrähten gehalten werden. Greiner & Friedrichs aus Stützerbach verfertigen den Kohlenbügel der Patentanmeldung zufolge aus Theer. Müller windet, um grössere Flächen zu erhalten, die Kohle spiralig, wie dies Fig. 255 zeigt. 77 der letztgenannten Lampen dienten zur Beleuchtung des Pavillons der kaiserl. ottomannischen Regierung.

Von den bisher beschriebenen wesentlich unterschieden ist die Lampe von Cruto, welche bei der Ausstellung zu München das erste Mal zu sehen war.

Cruto erzeugt den Kohlenbügel in der Art, dass er einen feinen Platindraht durch den elektrischen Strom in der Atmosphäre eines Kohlenwasserstoffes zur Rothgluth erhitzt. Hierdurch wird der Kohlenwasserstoff zersetzt und die Kohle scheidet sich auf dem Platindrahte aus; man verflüchtigt hierauf das Platin durch Steigerung der Stromintensität und erhält auf diese Weise einen hohlen Kohlenfaden. Bei dem ursprünglichen Modelle wurde der sehr feine Platindraht in Gestalt einer ∩ förmig gebogenen Spirale benützt, während bei dem neuen Modelle die einfache Hufeisenform zur Verwendung kommt. Die Montirung der Lampe und die Art des Anschlusses an die Stromleitung ist aus Fig. 256 leicht zu ersehen. Die beiden aus der Lampe kommenden Drähte sind zu Ringen umgebogen, von welchen einer mit einer Reihe von Drahtschlingen in Verbindung steht, die den Glaskörper der Lampe an der Basis umfassen, während der andere in ein Häkchen des Anschlusstheiles, wie bei der Swan'schen Lampe, eingehängt wird. Es werden Lampen zu 4, 8 und 16 Kerzen mit einem Kohlenbügel und Lampen mit zwei Kohlenbügeln, welche man auf Quantität oder auf Spannung schalten kann, verfertigt.

Für den Stromverbrauch und die Leistungsfähigkeit der Lampe geben nachstehende Angaben (aus La lumière el. IX) Anhaltspunkte:

	Volts	Ampère	Lichtstärke in Carcelbrennern
Lampe à 16 Kerzen	50	0·80	2·06
„ „ 8 „	36	0·80	0·91
„ „ 4 „	21	0·87	0·79


Fig. 257.

Von allen Glühlichtern unterscheidet sich principiell die Boston- oder Bernsteinlampe (Vertreter: Egger, Kremenezky & Co. in Wien), welche auf der Wiener Ausstellung 1883 allgemeines Aufsehen erregte. Allen übrigen Lampen ist der hohe Widerstand des Kohlenbügels, erhalten durch Vergrösserung seiner Länge und Verringerung des Querschnittes gemein; infolge dessen werden sie auch immer in Parallelschaltung angeordnet. Die Bostonlampen hingegen können vermöge der Construction ihres Kohlenbügels hinter einander geschaltet werden. In der äusseren Form weicht die Bernsteinlampe, Fig. 257, wenig von den übrigen Glühlichtlampen ab. Sie ist mit ihrem unteren Ende in einen Messingcylinder eingekittet, der mit einem der aus der Glasbirne herauskommenden Drähte verbunden ist, während der zweite Draht mit der in der Mitte des Messingcylinders eingekitteten Schraube in Verbindung steht. Das Originelle der Lampe bildet der Kohlenbügel. Dieser wird in folgender Weise erzeugt:*) Aus Textilstoffen gewirkte, geflochtene, gestrickte oder sonstwie erzeugte Röhrchen oder Schläuche werden verkohlt und die auf diese Weise erhaltenen hohlen

*) Aus „Elektro-technische Rundschau" I. Jahrg., welcher auch die Figur 257 entnommen ist.

Kohlencylinder in den Lampen verwendet. Bernstein nimmt hiezu hauptsächlich aus Seide gewebte, sehr dünnwandige, hohle Schnur. Entsprechend lange Stücke dieser Schnürchen werden auf Dorne aufgeschoben und hierauf mit einem verkohlbaren Klebemittel, wie Gummi oder Kleister, bestrichen. Nachdem dieses Klebemittel etwas getrocknet ist, zieht man die Röhrchen von den Dornen herunter und legt sie in Formen ein, in welchen sie beim vollständigen Erhärten die gewünschte Bogenform erhalten. Das Verkohlen erfolgt in eisernen Kästen, welche mit Graphit- oder Kohlenpulver gefüllt in einem Ofen eingesetzt werden. Die Verbindung des auf diese Weise gewonnenen Kohlenbügels mit den in das Glasgefäss einzuschmelzenden Leitungen geschieht durch einen aus Kohlenpulver und einem Klebmittel gemischten Kitt, welcher sehr hart wird und eine dauernde Verbindung zwischen Kohle und metallischem Leitungsmaterial bildet.

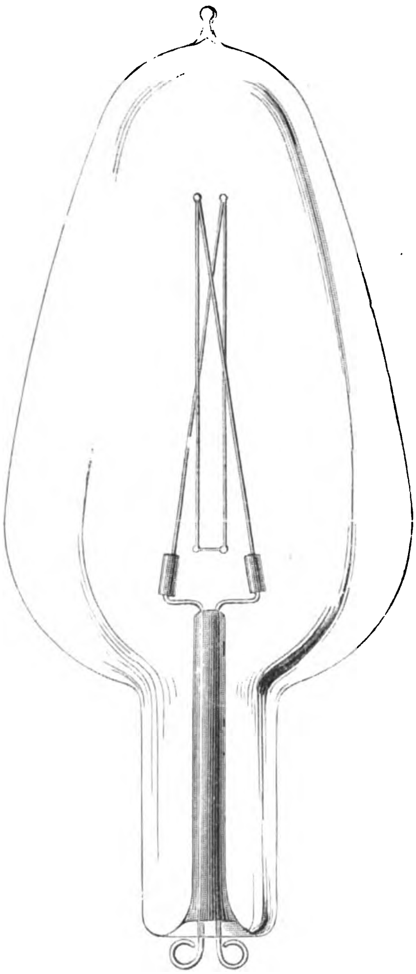


Fig. 258.

Die bei der Wiener Ausstellung vorgenommenen Messungen ergaben, dass die 50 Kerzen-Lampe von 2·39 Ampères und 28·387 Volts (also von 151 Volt-Ampères) erforderte, um eine Lichtintensität von 60·7 Kerzen zu entwickeln. Durch die Bostonlampe kann per Pferdekraft ein Licht von 292 Kerzen erhalten werden, während nach den Münchner Messungen für die Edison- (8 Kerzen-) Lampe nur 186, für Swan 180 und für Maxim 109 Kerzen auf die Pferdekraft entfallen.

Die Glühlichtlampen von Gérard unterscheiden sich nicht nur in der Form der Kohlen, wie Fig. 258 erkennen lässt, von den übrigen Lampen, sondern auch durch ihre grosse Leuchtkraft. Der leuchtende Kohlenfaden besteht bei den kleineren Lampen aus geraden Kohlen, welche zusammen die Form eines Dreieckes bilden und durch Kohlenteig verkittet werden. In den grösseren Lampen sind zwei Paar Kohlenstäbe so angebracht, dass dieselben zwei sich durchkreuzende Dreiecke oder ein mit einem Dreiecke gekreuztes Rechteck darstellen. Die zum Weissglühen gebrachten Kohlen scheinen auf diese Weise eine einzige Flamme zu bilden, wodurch ein sehr schöner Lichteffect erzielt wird.

Die Société Anonyme d'Electricité in Paris, welche diese Lampen zur Ausstellung brachte, erzeugt solche von 10 bis zu 600 N. K. Leuchtkraft.

Vergleichung der Glühlichtlampen. Um Glühlichtlampen untereinander vergleichen zu können, muss der in ihnen verbrauchte Effect bekannt sein. Dieser wird im elektrischen Masse erhalten, wenn man die in Volts gemessene Potentialdifferenz an den Zuleitungsdrähten multiplicirt mit der in Ampères gemessenen Stromstärke. Das Product: Stromstärke mal Potentialdifferenz gibt uns daher einen Anhaltspunkt zur Beurtheilung der Güte einer Glühlichtlampe. Sonach könnte man glauben, die Höhe der Potentialdifferenz oder jene der Stromstärke sei gleichgiltig, wenn nur das Product beider dasselbe bleibt. Dem ist aber nicht so, da diese beiden Grössen in Bezug auf den hierzu nöthigen Arbeitsaufwand, die Lichtstärke, die Dauer der Lampe, und die Herstellung der Leitungen keine gleichwerthigen sind. Wir haben hier zwei Fälle zu unterscheiden, nämlich: Lampen, welche mit hoher Spannung und geringer Stromstärke arbeiten und solche, welche geringer Spannung und hoher Stromstärke bedürfen.

Will man mit beiderlei Lampen dieselbe Lichtstärke erhalten, so hat man für Lampen, die mit hochgespannten Strömen von geringer Stromstärke arbeiten sollen, Kohlenbügel zu verwenden, die verhältnismässig lang sind, aber einen kleinen Querschnitt besitzen. Hingegen müssen Lampen, die mit Strömen geringer Spannung aber grosser Intensität betrieben werden sollen, einen kurzen Bügel mit verhältnismässig grossem Querschnitte erhalten. Natürlich ist hierbei für den Kohlenbügel gleiches Material vorausgesetzt. Die Grenze, wie weit man mit der Steigerung der Spannung gehen kann, ist für die Beleuchtung mit Glühlichtlampen durch die Haltbarkeit des Kohlenbügels gegeben. Je höher nämlich die Spannung wird, desto grösser muss die Länge und desto kleiner der Querschnitt des Kohlenbügels werden. So geben Siemens & Halske ihren Glühlichtlampen für 10 Normalkerzen, die mit Strömen von 105 Volts Spannung arbeiten, Kohlenbügel von 110 *mm* Länge und 0·15 *mm* Durchmesser. Es ist klar, dass ein weiteres Verringern des Durchmessers oder Erhöhen der Länge auch die Gebrechlichkeit des Bügels erhöhen müsste. Die Grenze für die praktisch zulässige Stromstärke bestimmt nicht nur der Kohlenbügel, sondern hier wirkt auch die Anlage der Leitung ein.

Eine Lampe, die mit Strömen grosser Intensität aber geringer Spannung arbeiten soll, muss kurze und dicke Kohlenbügel erhalten, weil ja der Widerstand ein geringer sein soll. Der Kohlenbügel gewinnt hierdurch allerdings an Festigkeit, soweit er mechanischen Einwirkungen ausgesetzt ist. Er erhält aber auch eine verhältnismässig grosse Masse. Um diese zum Glühen zu bringen, muss aber ein grosser Theil der Energie in Wärme umgewandelt werden, die nicht nur für die Lichterzeugung verloren geht, sondern auch die Zerstörung der Lampe befördert. Die Anwendung geringer Spannungen und hoher Stromstärken führt aber, wie wir gleich sehen werden, auch noch andere Nachtheile mit sich.

Die Stärke der Leitungen muss aus Rücksicht auf die Feuersicherheit so gewählt werden, dass die Erhitzung derselben eine gewisse Grösse nicht überschreitet, andererseits kann sie aber wegen des Materialpreises nicht so gross genommen werden, dass der Energieverlust durch die Leitung ganz vermieden wird. Man schlägt daher einen Mittelweg ein und gestattet einen Energieverlust von etwa 10%. Vergleichen wir nun unter Voraussetzung gleichen Energie-

verlustes durch die Leitung, zwei gleiche Beleuchtungsanlagen, deren eine mit Edison-, deren andere mit Swanlampen ausgeführt wurde. Für das Product: Stromstärke mal Spannung, welches constant sein soll, kann man auch setzen, das Quadrat der Stromstärke mal Widerstand, weil ja die Spannung gleich ist dem Producte Widerstand mal Stromstärke. Soll nun aber das Product: Quadrat der Stromstärke mal Widerstand für die Leitungen dasselbe bleiben, auch bei Anwendung von Lampen, die verschiedene Stromstärken erfordern, so muss sich der Widerstand der Leitung mit dem Quadrate der Stromstärke ändern, d. h. bei zwei-, drei-, viermal grösserer Stromstärke muss der Widerstand vier-, neun-, sechzehnmal geringer werden. Dies erreicht man bei den Leitungen dadurch, dass man den Querschnitt vier-, neun-, sechzehnmal grösser macht. Man kann daher sagen, dass der Querschnitt und somit auch das Gewicht der Leitung mit dem Quadrate der zum Betriebe der Lampe erforderlichen Stromstärke wachsen muss. Da nun die Swanlampe einen beiläufig doppelt so starken Strom erfordert als die Edisonlampe, so erfordert eine Beleuchtungsanlage mit Swanlampen das vierfache Gewicht an Leitungsmaterial als eine gleich grosse Anlage mit Edisonlampen.

Dieses Verhalten spricht natürlich sehr zu Ungunsten jener Lampen, welche Ströme hoher Stromstärke bedürfen und zwar namentlich dann, wenn die Anlage eine grosse wird, also die Leitungen erhebliche Längen bekommen, wie dies z. B. bei Centralstationen für elektrische Beleuchtung der Fall ist. Es wäre jedoch falsch, hieraus auf Unbrauchbarkeit der Lampen für höhere Stromstärke zu schliessen, da die oben besprochenen Umstände einerseits bei kurzen Leitungen kaum in Betracht kommen, andererseits bei ausgedehnten Leitungen durch die Schaltung der Lampen in vielen Fällen unschädlich gemacht werden können. Ordnet man nämlich nicht sämmtliche Lampen parallel neben einander, wie dies bei Glühlichtern gewöhnlich geschieht, sondern je zwei hinter einander, so wirken diese beiden Lampen geradeso wie eine Lampe, welche die doppelte Spannung erfordert. Die Nachtheile der Anwendung von Lampen für hohe Stromstärke und geringe Spannung können also durch Hintereinanderschaltung zweier oder auch mehrerer Lampen paralysirt werden. Dieses Auskunftsmittel ist jedoch nur dann zulässig, wenn man nicht die volle Unabhängigkeit einer Lampe von der anderen fordert, wenn man darauf verzichtet, jede Lampe beliebig auslöschen oder anzünden zu können. Die räumliche Vertheilung einzelner Lampen ist hierbei natürlich ausgeschlossen, weil ja das Auslöschen oder Anzünden einer Lampe, das Auslöschen oder Anzünden sämmtlicher hinter einander geschalteten Lampen zur Folge hätte. Bei grösseren Anlagen kann jedoch die Hintereinanderschaltung auch in der Weise erfolgen, dass man nicht die einzelnen Lampen, sondern grössere Lampengruppen hinter einander schaltet. Bei dieser Anordnung wird die Kostspieligkeit der Leitung gleichfalls vermieden und hat das Auslöschen einer Lampe noch nicht das Auslöschen aller Lampen derselben Gruppe zur Folge. Hier kann eine oder können selbst mehrere Lampen ausgelöscht werden, ohne die übrigen Lampen zu stören, vorausgesetzt, dass die betreffende Gruppe eine hinlänglich grosse Anzahl von Lampen umfasst. Es ist nämlich zu bedenken, dass der Strom, welcher durch die einzelnen Gruppen fliesst, hierbei derselbe bleibt, dass also die in Thätigkeit bleibenden Lampen ihn, ohne Schaden zu nehmen, bewältigen müssen.

Diese Anordnung bewährt sich ganz gut, wenn sämmtliche Lampen einer Gruppe stets gleichzeitig brennen oder ausgelöscht werden, wie dies z. B. bei Beleuchtungsanlagen in Theatern u. dgl. der Fall ist. Sie stösst jedoch namentlich dann auf erhebliche Schwierigkeiten, wenn Lampen verschiedener Leuchtkraft erforderlich sind.

Bis jetzt setzten wir bei der Vergleichung der Glühlichtlampen gleiche Temperatur der Kohlenbügel voraus. In Bezug auf den Nutzeffect ist es jedoch nicht gleichgiltig, bis zu welcher Temperatur der Kohlenfaden erhitzt wird. Die Steigerung der Temperatur übt auf die Leuchtkraft eine zweifache Wirkung aus: sie vermehrt die Strahlen und steigert gleichzeitig die Intensität jedes Strahles. Man erhält daher für einen bestimmten Kraftaufwand, z. B. eine Pferdekraft, desto mehr Licht je höher die Temperatur der Kohlenbügel steigt. So gibt Siemens an, dass bei einer bestimmten schwachen Rothgluth durch bestimmte Kohlenbügel nur 10 Normalkerzen erhalten werden können, während ebensolche Kohlenbügel in heller Weissgluth für denselben Kraftaufwand 300 Normalkerzen geben.

Bei jedem leuchtenden Körper hat man die Aussendung leuchtender und nicht leuchtender Strahlen zu unterscheiden. Für uns haben natürlich nur die ersteren einen Werth; die Umwandlung der Elektricität in letztere ist für uns ein Energieverlust. Es hat eben sowohl ein theoretisches Interesse als es auch vom praktischen Werthe ist, das Verhältnis zwischen leuchtenden und nichtleuchtenden Strahlen einer Lichtquelle zu kennen. Letzteres ist uns dadurch ermöglicht, dass die Physik ein Mittel an die Hand gibt, beiderlei Strahlen von einander zu trennen. Dies besteht in der Anwendung einer Lösung von Jod in Schwefelkohlenstoff, welche die Eigenschaft hat, die leuchtenden Strahlen einer Lichtquelle zu absorbiren oder zu verschlucken, während die nichtleuchtenden Strahlen ungehindert durchgehen. Versuche, welche Tyndall in dieser Weise mit verschiedenen Lichtquellen anstellte, ergaben als Antheil der leuchtenden Strahlen an der Gesammtstrahlung einer Oelflamme 3%, einer Gasflamme 4%, einer weissglühenden Platinspirale 4·6% und des Voltabogens 10—11%. Hieraus ersehen wir, dass selbst bei unserer intensivsten künstlichen Lichtquelle der Verlust an Arbeit, welche vom Strome geleistet wird, 90% beträgt, indem diese zur Erzeugung dunkler Wärmestrahlen verwendet werden, die für Beleuchtungszwecke gänzlich nutzlos sind. Der Arbeitsverlust bei den Glühlampen steht zwischen dem der Platinspirale und jenem des Voltabogens und nähert sich dem letzteren umsomehr, je näher die Temperatur des Kohlenbügels jener des Voltabogens kommt. Natürlich kann diese Annäherung nicht sehr weit getrieben werden, da die gegenwärtig in Verwendung stehenden Kohlenbügel eine so hohe Temperatur auszuhalten nicht im Stande sind.

Doch ist es nicht die Temperatur allein, welche auf den Lichteffect Einfluss ausübt, sondern dieser wird auch durch das Emissions- oder Ausstrahlungsvermögen des glühenden Körpers bestimmt. Die Gesammt-Ausstrahlung verschiedener Körper gleicher Temperatur ist nicht dieselbe; dies lehrt ein einfacher Versuch: man erhitzt in demselben Feuer ein Stück Glas und ein Stück Eisen, zieht man dann beide heraus, so wird das Glas kaum leuchten, während das Eisen helle

Gluth zeigt. Ob auch das Verhältnis zwischen leuchtenden und nichtleuchtenden Strahlen bei verschiedenen Körpern gleicher Temperatur ein verschiedenes ist, bedarf noch genauerer Untersuchungen, doch ist dies mit einiger Wahrscheinlichkeit anzunehmen. Jedenfalls übt aber die Beschaffenheit der Kohle und ihrer Oberfläche auf das Güteverhältnis einer Glühlichtlampe einen Einfluss aus.

Aus dem Vorhergehenden erhellt, dass man die Temperatur der Kohlenbügel der Glühlichtlampen möglichst hoch zu wählen hat; diese Steigerung der Temperatur findet jedoch bald eine Grenze durch einen Umstand, der bisher nicht erwähnt wurde; es ist dies die Haltbarkeit der Lampe. Soll die Anwendung einer sehr hohen Temperatur ökonomisch bleiben, so darf darunter die Lebensdauer der Lampe keine Einbusse erleiden. Es mag an dieser Stelle auch darauf hingewiesen werden, dass es zwecklos ist, die Intensität der Glühlichtlampen sehr zu erhöhen, da das Glühlicht wohl mit dem Gaslichte, Petroleumlichte u. s. w. überhaupt mit Lichtquellen geringer Intensität concurriren kann, aber, auch weitere Vervollkommnungen vorausgesetzt, nie im Stande sein wird, mit dem Bogenlichte zu concurriren. Nach Versuchen, welche Tresca und seine Mitarbeiter ausgeführt haben, verhalten sich die Lichteffecte von Glühlicht zu Kerzenlicht (d. h. Licht elektrischer Kerzen) und zu Bogenlicht wie 1 : 3 : 7.

In nachstehender Tabelle sind die Resultate der Messungen an Glühlichtlampen zusammengestellt, welche bei den Ausstellungen in Paris und München erhalten wurden.

Lampen	Lichtstärke in Normalkerzen	Widerstand (warm) Ohms	Potentialdifferenz Volts	Intensität Ampères	Elektrische Arbeit in Volt-Ampères	Elektrische Arbeit in HP	Lichtstärke per HP	Lampenzahl per HP	
	Resultate der Ausstellungs-Commission in Paris								
Edison *A* . . .	15·38	137·4	89·11	0·6510	57·98	0·0788	196·4	12·28	(16 K.)
„ *C* . . .	31·11	130·03	98·39	0·7585	74·62	0·0941	307·25	9·60	(32 K.)
Swan *A*	16·61	32·78	47·30	1·471	69·24	0·0945	177·92	11·12	(16 K.)
„ *B*	33·21	31·75	54·21	1·758	94·88	0·1059	262·49	8·20	(32 K.)
Lane-Fox *A* . .	16·36	27·40	43·63	1·593	69·53	0·1025	173·58	10·85	(16 K.)
„ *B* . .	32·71	26·59	48·22	1·815	87·65	0·1289	276·89	8·65	(32 K.)
Maxim *A* . . .	15·96	41·11	56·49	1·380	70·85	0·1191	151·27	9·45	(16 K.)
„ *B* . . .	31·93	39·60	62·27	1·578	98·41	0·1337	239·41	7·48	(32 K.)
	Resultate des Münchner Comités								
Edison *B* . . .	11·69	67·68	55·78	0·825	46·02	0·0625	186·90	23·36	(8 K.)
„ *A* . .	15·32	139·60	103·05	0·755	77·80	0·1057	144·88	9·05	(16 K.)
Maxim . . .	13·34	47·01	65·07	1·384	90·06	0·1224	108·98	3·89	(28 K.)
Swan *A*	10·95	31·91	38·38	1·222	46·90	0·0637	171·78	17·18	(10 K.)
„ *B*	37·17	87·03	118·02	1·282	151·30	0·2056	180·75	4·52	(40 K.)
Siemens	14·90	104·72	95·74	0·915	87·60	0·1191	125·14	7·82	(16 K.)
Müller *A* . . .	18·43	58·62	74·04	1·263	93·51	0·1271	145·01	7·26	(20 K.)
„ *B* . . .	43·08	59·52	105·22	1·779	187·19	0·2544	169·33	3·39	50 (K.)
„ *C* . . .	102·35	65·41	155·15	2·367	367·24	0·4991	205·05	2·05	(100 K.)
Cruto	8·47	8·16	22·15	2·715	60·14	0·0817	103·58	10·36	(10 K.)

2. Halbglühlicht- oder Halbincandescenz-Lampen.

Zahlreiche Versuche, welche Werdermann ausführte, lehrten, dass, wenn man bei zwei sich berührenden Kohlen den Querschnitt der mit dem positiven Pole einer Batterie verbundenen Kohle verkleinert und gleichzeitig den Querschnitt der mit dem negativen Pole verbundenen Kohle vergrössert, letztere immer schwächer und schwächer glüht, während die erstere immer mehr an Leuchtkraft gewinnt. Wird endlich als positive Kohle ein dünner Stab, als negative Elektrode eine Kohle oder auch ein anderer Körper von verhältnismässig grossem Querschnitte genommen, so erhitzt sich eine solche negative Elektrode nur unbedeutend, während der positive Kohlenstab lebhaft glühend und leuchtend successive abbrennt.

Die Halbincandescenz-Lampen sind eine Erfindung der jüngsten Zeit und zählen eigentlich doch schon zu den historischen Apparaten, da sie sich in der Praxis nicht bewährten. Nach Angabe Fontaine's ist Varley der erste, welcher eine derartige Lampe erfand und sie in einem, im Jahre 1876 genommenen Patente, beschrieb. Die im Jahre 1878 von Reynier, Marcus und Werdermann construirten Lampen waren jedoch die ersten, welche regelmässig functionirten. Es sind seit dieser Zeit verschiedene Constructionen aufgetaucht, doch vermochte keine einen nennenswerthen praktischen Erfolg zu erzielen. Und so kam es auch, dass in der Ausstellung keines dieser Glühlichter leuchtete. Ausgestellt waren übrigens Glühlichtlampen von Joël und Hauck. Erstere baumelten als lange Messingröhren, wenn wir nicht irren, in der Nähe der Schuckert'schen Maschinen herum. Wir verzichten, der untergeordneten Bedeutung wegen, auf die Beschreibung derselben, wollen jedoch nachstehend die von W. J. Hauck in Wien ausgestellte und von W. Ph. Hauck construirte Lampe besprechen, da diese und ähnliche Lampen für gewisse Anwendungen (Projectionen, Umkehr des Spectrums etc.) in chemischen und physikalischen Laboratorien ganz zweckmässige Verwendung finden.

Das Kohlenstäbchen *K* (Fig. 259) ruht mit seinem unteren Ende auf einem Messingstifte, der an einem Schwimmer befestigt ist. Letzterer befindet sich in dem mit Glycerin gefüllten Cylinder *C*. Zur Führung des Kohlenstabes und zur Stromzuleitung dient ein auf dem Deckel aufgeschraubtes Kupferrohr, dessen innerer Durchmesser der Dicke des Kohlenstabes entspricht und welches an seinem oberen Ende mit einem Ansatz *A* versehen ist, auf dem die beiden Röllchen *R* drehbar befestigt sind. Ueber das Kupferrohr ist ein Cylinder *E* aus weichem Eisen geschoben. Das eine Ende der Drahtwindungen *D*, welche diesen umgeben, ist mit der Klemme *P'*, das andere mit dem Eisencylinder *E* verbunden. Am oberen Ende trägt letzterer eine gleichfalls aus Eisen verfertigte Gabel *G*, in welcher sich der ebenfalls eiserne Hebel *H* drehen kann. Dieser Hebel ist an seinem unteren Ende rechtwinkelig umgebogen und bildet den Anker zum Elektromagnete *E*. Da aber die Gabel *G* gleichfalls aus weichem Eisen hergestellt ist,

bildet sie mit dem Hebel eine nach abwärts geschlagene Verlängerung des Elektromagnetes; es muss also das untere, rechtwinkelig abgebogene Stück des Hebels immer dieselbe Polarität zeigen, wie das obere Ende des Elektromagnetes, daher die entgegengesetzte wie das untere gegenüberstehende Ende des Elektromagnetes. Durch diese Anordnung wird natürlich die Anziehung zwischen Anker und Elektromagnet verstärkt. Das obere Ende des Ankers oder Hebels trägt ein Winkelstück, auf welchem das Röllchen *R'* leicht beweglich angebracht ist, und gleichzeitig auch die Kohlenscheibe *S*. Die Feder *F* dient zur Regulirung der Hebelstellung.

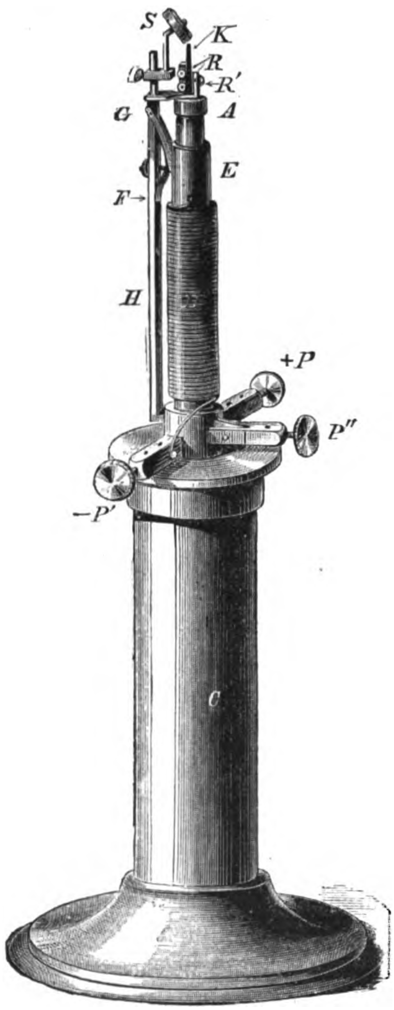


Fig. 259.

So lange kein Strom durch die Lampe geht, hält die Scheibe *S* durch ihr Uebergewicht den Hebel vom Elektromagnete entfernt; diese Stellung wird überdies noch durch die Feder *F* unterstützt. Gleichzeitig ist auch das Röllchen *R'* von dem Röllchen *R* entfernt, und der Kohlenstab kann bis zur Berührung der Kohlenscheibe hinaufsteigen. Wird aber die Lampe von einem Strome durchlaufen, so zieht *D* den Anker *H* an und dieser klemmt den Kohlenstab, durch Andrücken des Röllchens *R'*, während *S* noch ein klein wenig zurückweicht. Hiermit ist ein doppelter Zweck verbunden, es wird ein zu kräftiges Andrücken des Kohlenstabes an die Scheibe vermieden, was leicht das Abbrechen der glühenden Spitze und somit ein unruhiges Licht zur Folge haben kann, gleichzeitig aber auch Gelegenheit zur Bildung eines sehr kleinen Voltabogens gegeben, weil die Bremsung etwas früher eintritt, als Kohlenstab und Scheibe zur Berührung kommen.

Der Strom gelangt durch die Klemme *P* in die Kupferröhre, von dieser durch die Contactröllchen in den Kohlenstab, geht über die Kohlenscheibe *S* und die Gabel *G* in den Eisencylinder *E*, durchläuft die Drahtwindungen *D* und verlässt die Lampe bei der Polklemme *P'*. Der Kohlenstab bleibt so lange durch die Röllchen am Aufwärtsgehen gehindert, bis durch Abbrennen der Kohlenspitze der Widerstand im Stromkreise so sehr gewachsen ist und der Strom in *D* so stark abgenommen hat, dass der Anker *H* durch die Feder *F* vom Elektromagnete abgezogen wird und durch die gleichzeitige Entfernung des Röllchens *R'* von den beiden Röllchen *R* der Kohlenstab wieder aufwärts gehen kann.

Um eine noch empfindlichere Regulirung zu erreichen, wird die Eisenröhre überdies mit mehreren Lagen feinen Drahtes versehen, die in einen Nebenschluss

derart geschaltet werden, dass sie beim Durchgange eines Stromes in der Eisenröhre die entgegengesetzten Magnetpole erzeugen, wie der directe Draht. Wächst der Widerstand im Hauptstromkreise bis zu einem gewissen Grade, so schwächt der Nebenschluss den Hauptstrom, der Magnet verliert seine Kraft und der Anker wird durch die Feder abgezogen.

Ist der Kohlenstab ganz verbrannt, so legt sich der Hebel H mit seinem unteren rechtwinkelig abgebogenen Ende gegen einen Platincontact, welcher mit der Klemme P'' verbunden ist, und dadurch die Einschaltung einer Ersatzlampe oder auch eines entsprechenden Widerstandes bewirkt. Es wird dies in folgender Weise erreicht: So lange noch ein Kohlenstab in der Lampe ist, kann das untere Ende des Hebels H den Platincontact nicht berühren, weil das Röllchen R' gegen den Kohlenstab stösst, bevor noch die in Rede stehende Berührung erfolgen kann. Ist aber die Kohle ausgebrannt, so kommt der anfangs erwähnte Messingstift des Schwimmers zwischen die drei Röllchen; dieser ist aber an seinem oberen Ende dünner als der Kohlenstab und gestattet deshalb ein näheres Aneinandertreten der Röllchen, somit auch die Bewegung des unteren Endes von H bis zur Berührung mit dem Platincontacte.

3. Regulator-Lampen.

Bei den Regulator-Lampen (ebenso wie bei den Kerzen und Lampen mit gegeneinander geneigten Kohlen) wird das Licht durch den Voltabogen erzeugt. Der Lichtbogen entsteht, wenn man die Poldrähte einer hinlänglich grossen Batterie oder einer Maschine an ihren freien Enden mit Kohlenspitzen versieht, diese zur Berührung bringt und dann auf geringe Distanz wieder von einander entfernt. Eingehende Untersuchungen verschiedener Forscher haben gezeigt, dass der Voltabogen als ein Strom glühender Kohlentheilchen aufzufassen ist, die zumeist in der Richtung von der positiven zur negativen Kohle übergehen. Erzeugt man den Bogen in freier Luft, so verbrennen hierbei die Kohlen und zwar bei Anwendung gleichgerichteter Ströme derart, dass die positive Kohle beiläufig doppelt so schnell verzehrt wird als die negative. Gleichzeitig gewinnen auch die beiden Kohlen ein von einander verschiedenes Aussehen, was man am besten in der Weise beobachten kann, dass man den Bogen mit Hilfe einer Linse auf einen Schirm projicirt. Man sieht dann, wie dies Fig. 260 erkennen lässt, dass sich die positive Kohle kraterförmig aushöhlt, während die negative Kohle mehr oder weniger spitz bleibt. Bei Anwendung von Wechselströmen brennen beide Kohlen gleichmässig und spitz ab. Dieses Verhalten ist wichtig für die praktische Verwerthung des Lichtes, weil hierdurch die Richtungen, nach welchen das Licht ausstrahlt, bestimmt werden. Da sich im Voltabogen die positive Kohle bedeutend stärker erhitzt, als die negative und erstere sich überdies noch kraterförmig aushöhlt, sobald gleichgerichtete Ströme benützt werden, so ist es leicht einzusehen, dass die Lichtausstrahlung vorwiegend nach unten stattfindet, wenn sich die positive Kohle oben befindet; dies ist desshalb von Belang, weil es sich doch in den meisten Fällen darum handelt,

eine bestimmte Bodenfläche zu beleuchten. Der durch Wechselströme erzeugte Lichtbogen sendet hingegen seine Lichtstrahlen nach allen Richtungen ziemlich gleichförmig aus. In der Construction der Lampen wird durch die Anwendung von Strömen der einen oder andern Art keine nennenswerthe Verschiedenheit erforderlich.

In der Vorgeschichte lernten wir bereits zwei principiell von einander verschiedene Regulatoren kennen, nämlich den von Foucault-Duboscq (Fig. 243) und jenen von Archereau (Fig. 242). Bei ersterem besorgt ein Uhrwerk den Nachschub der Kohlen, bei letzterem das durch den Strom selbst ausgelöste Gewicht des Kohlenträgers. Gegenwärtig sind es, wie bereits erwähnt, zumeist Regulatoren der zweiten Art, welche in praktischer Verwendung stehen. Dafür, dass die Schwerkraft immer rechtzeitig zur Geltung kommt und entsprechend lange Zeit in Wirksamkeit bleibt, muss der elektrische Strom mit Hilfe eines Solenoides oder eines Elektromagnetes sorgen. Bei Anwendung eines Solenoides (wie im Regulator von Archereau) ist jedoch nicht zu übersehen, dass die Anziehungskraft des Solenoides auf den Eisenkern sich im Verlaufe der Brenndauer ändert, woraus ein ungleich langer Lichtbogen zum Beginne und zu Ende der Brenndauer, also auch eine sich ändernde Lichtintensität resultiren muss.

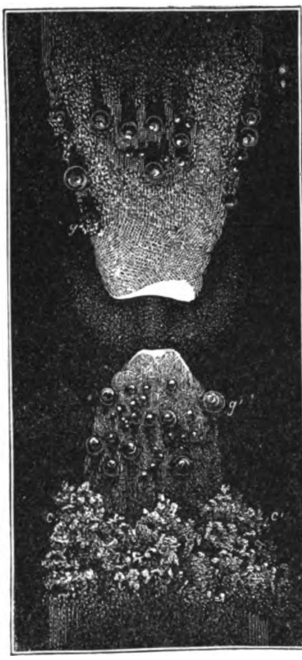


Fig. 260.

Das Solenoid strebt nämlich allerdings stets den Eisenkern in sich hineinzuziehen, aber die Kraft dieser Anziehung bleibt, selbst unter der Voraussetzung unveränderlicher Stromstärke im Solenoide, nicht immer dieselbe. Hat der Eisenstab einen constanten Querschnitt (z. B. eine cylindrische Gestalt), so ist die Kraft, mit welcher er in die Spirale hineingezogen wird, verschieden, je nach der Lage des Eisenstabes zur Spirale. Diese Kraft ist am stärksten, wenn ein Ende des Stabes mit der Mitte der Spirale zusammenfällt, sie ist am schwächsten, wenn die Mitte des Stabes mit der Mitte der Spirale zusammenfällt. Beim Regulator von Archereau wird der untere Kohlenträger desto höher hinaufrücken müssen, je länger die Lampe brennt; damit ändert sich aber offenbar auch die Lage des Eisenstabes zum Solenoide, daher auch die Anziehungskraft des letzteren auf den ersteren. Ist nun zum Beginne des Brennens der Eisenkern mit der untern Kohle durch Bleischrot im Gleichgewichte so ausbalancirt worden, dass dieses Gegengewicht der Anziehung des Solenoides auf den Eisenkern für eine bestimmte Länge des Lichtbogens das Gleichgewicht hält, so muss dieses Gleichgewicht, wie leicht einzusehen, gestört werden, sobald sich die Anziehungskraft des Solenoides ändert. Diese Störung des Gleichgewichtes tritt aber bei längerer Function der Lampe durch die Aenderung der gegenseitigen

Lage von Eisenkern und Solenoid ein und somit muss auch die Länge des Lichtbogens sich ändern. In welcher Weise dieser Uebelstand beseitigt wurde, werden nachstehende Lampenbeschreibungen zeigen.

Am nächsten lag es wohl, die Kraft des Solenoides in demselben Masse zu verstärken, als die Stellung des Eisenkernes zum Solenoide ungünstiger wird. Dies erreichte Gaiffe dadurch, dass er das Solenoid conisch wickelte, d. h. die Zahl der Windungen successive zunehmen liess. Marcus (in Wien) theilt das Solenoid in eine Reihe von einander getrennter, aber gleichwerthiger Spulen, die über einander angeordnet sind. Sie stehen mit Contactstreifen in Verbindung, über welche durch Auf- und Abwärtsbewegung des Kohlenträgers Contactrollen geführt werden. Diese Anordnung bewirkt immer nur die Einschaltung einer durch die Stellung des Eisenkernes (beziehungsweise Kohlenträgers) bestimmten Spulengruppe, so zwar, dass die mittlere der wirksamen Spulen vom Schwerpunkte des Eisenkerns stets gleichweit entfernt ist; das Solenoid muss daher immer dieselbe Anziehungskraft auf den Eisenkern ausüben.

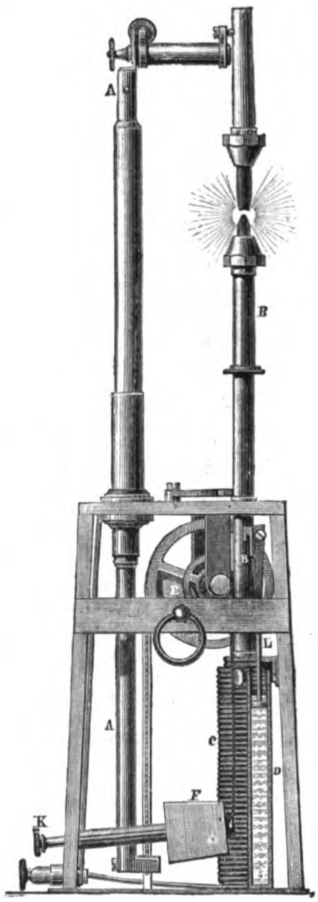


Fig. 261.

Auch Jaspar bedient sich zur Regulirung des Lichtbogens eines Solenoides; die ungleichförmige Anziehung desselben wird nicht beseitigt, sondern durch ein entsprechend wirkendes Gegenmittel ausgeglichen. Die obere positive Kohle (Fig. 261) ist an dem Träger *A* befestigt und lässt sich durch Schrauben genau über der unteren Kohle einstellen. Der Träger *A* ist von den übrigen Theilen der Lampe vollständig isolirt und wird mit dem positiven Pole der Elektricitätsquelle verbunden. An seinem unteren Ende trägt er einen Ansatz, der an einer Führungsstange gleitet, wodurch das Drehen des Kohlenhalters vermieden wird. Von diesem Ansatze geht eine Schnur zum Umfange einer Scheibe, auf deren Achse eine zweite Scheibe, aber nur von halbem Durchmesser der ersteren sich befindet; die Schnur an ihrem Umfange führt zum unteren Kohlenträger *B*. Auf diese Art muss die untere negative Kohle stets den halben Weg der oberen positiven Kohle zurücklegen. Als Gegengewicht zum Gewichte des Kohlenträgers *A* wirkt das Laufgewicht *F*; der Hebel, auf welchem das Laufgewicht sitzt, ist nämlich durch eine Schnur mit einer dritten Scheibe verbunden, die ebenfalls auf der Axe der beiden ersterwähnten Scheiben befestigt ist. Die Schraube *K* dient dazu, das Gewicht *F* auf seinem Hebel zu verschieben und dadurch seine Zugkraft zu vermehren oder zu vermindern, je nachdem es die angewandte Stromstärke erfordert. Der negative, untere Kohlenträger *B* ist aus Eisen und taucht in das Solenoid *C*. So lange

kein Strom durch die Lampe geht, überwiegt das Gewicht des Trägers *A* und dieses sinkt herab; infolge seiner Verbindung durch die Schnurläufe muss gleichzeitig der Träger *B* gehoben werden, und die beiden Kohlen berühren sich. Schaltet man jetzt die Lampe in einen Stromkreis, so wird der Träger *B* in das Solenoid hineingezogen, *B* sinkt also und *A* muss desshalb steigen, die Kohlen gehen auseinander und die Lampe beginnt zu brennen. Damit die Bewegung nicht zu rasch erfolgt, ist an dem Träger *B* eine Stange *L* befestigt, welche unten einen Kolben trägt; dieser bewegt sich mit geringem Spielraume in dem mit Quecksilber gefüllten Cylinder *D*. Da auf diese Weise das Quecksilber nur durch den engen ringförmigen Raum zwischen Kolben und Cylinderwand passiren kann, wird auch die Stange *L* und somit der Träger *B* zu einem langsamen, gleichförmigen Gange gezwungen.

In dem Masse, als die Kohlen verzehrt werden, wächst auch die Länge des Voltabogens, die Stromstärke nimmt ab und das Solenoid verliert an Kraft. Jetzt kann das Gewicht der Stange *A* wieder die Anziehungskraft des Solenoides überwinden, weshalb die obere Kohle sinken und die untere steigen wird, d. h. also die Kohlen werden ihrem Abbrennen entsprechend nachgeschoben. Die Anziehungskraft einer Spirale auf einen Eisenstab von gleichem Querschnitt ist aber verschieden, je nach der Stellung des Eisenstabes zur Spirale. Beginnt die Lampe mit frisch eingesetzten Kohlen zu brennen, so befindet sich der Kohlenträger *B* in seiner tiefsten Stellung, sind die Kohlen nahezu abgebrannt (welchen Moment die Fig. 261 zeigt), so ist er in seiner höchsten Stellung angelangt. In diesem Stadium wird deshalb die Einwirkung des Solenoides auf den eisernen Kohlenträger eine viel kräftigere sein, als zum Beginne des Brennens der Lampe. Daraus würde aber zu Ende der Brenndauer ein viel längerer Voltabogen resultiren als zu Beginn derselben. Diesen Uebelstand vermeidet Jaspar auf ebenso einfache als sinnreiche Weise. Die Scheibe, welche den Schnurlauf aufnimmt, trägt nämlich ein Gewicht *E*, welches, wie die Zeichnung zeigt, für das Ende der Brennzeit auf der linken Seite der Drehaxe sich befindet. Es wirkt also mit seinem vollen Gewichte der Anziehung des Solenoides entgegen und unterstützt die Wirkung des Gewichtes von *A*. Am Beginne der Brennzeit steht die Scheibe so, dass sich das Gewicht *E* auf der rechten Seite von der Drehaxe befindet, also mit seiner ganzen Schwere im Sinne der Anziehung des Solenoides wirkt. Im ersteren Falle ist aber die Anziehung des Solenoides am grössten, aber auch die Gegenwirkung des Gewichtes *E* am stärksten, und im letzteren Falle ist die Anziehung des Solenoides am schwächsten, aber dafür wird sie auch durch das Gewicht *E* unterstützt.

Während des Brennens nimmt die Anziehung des Solenoides stetig zu, die Unterstützung dieser Wirkung durch das Gewicht aber stetig ab; denn mit dem Abbrennen der Kohlen dreht sich auch die Scheibe und das Gewicht wird gehoben; damit ist aber eine stetige Abnahme der wirksamen Kraftcomponente von *E* verbunden. Dies geht so lange fort, bis *E* senkrecht über seiner Drehungsaxe angelangt ist. Hier hört seine Gegenwirkung auf. Brennt die Lampe länger fort, so gelangt das Gewicht *E* auf die linke Seite und wirkt nun der inzwischen weiter gewachsenen Anziehungskraft des Solenoides entgegen. Im selben Masse, als letztere sich vermehrt, wächst auch die Gegenwirkung des Gewichtes.

Auf diese Art erzielt also Jaspar trotz der Eisenstange von unveränderlichem Querschnitte doch eine stets gleichbleibende Bewegung im Kohlennachschube. Das Gewicht E ist überdies noch in radialer Richtung verstellbar, so dass dadurch und durch die Verstellung des Gewichtes F mittelst der Schraube K dieselbe Lampe für verschiedene Stromstärken Verwendung finden kann.

Durch besondere Einfachheit zeichnet sich die Lampe von Piette und Křižik aus, die in Folge dieses Umstandes und wegen ihres exacten Functionirens zu den besten Lampen zählt, die gegenwärtig in praktischer Verwendung stehen. Da bei dieser Lampe der Nachschub der Kohlen direct durch die Einwirkung zweier Solenoide auf einen Eisenkern bewirkt wird, muss ebenso, wie bei den vorbeschriebenen Regulatoren dafür gesorgt werden, dass die Verschiedenheit der Stellung des Eisenkernes zu den Solenoiden für den regelmässigen Gang der Regulirung unschädlich gemacht wird. Statt wie Gaiffe das Solenoid conisch zu

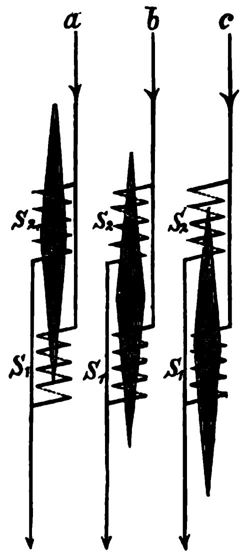


Fig. 262.

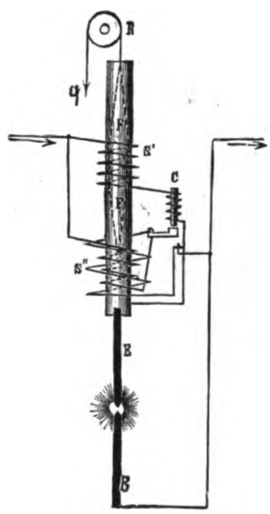


Fig. 263.

gestalten, gaben Piette und Křižik dem Eisenkerne die Gestalt eines Doppelkegels und beliessen dafür den Solenoiden ihre cylindrische Gestalt. Bei dieser Anordnung nimmt der Querschnitt des Eisenstabes in demselben Masse ab oder zu, als die Wirkung der Solenoide zu- oder abnimmt. In allen drei Lagen *a*, *b*, *c*, Fig. 262, wird daher der Eisenkern sich in Ruhe befinden, wenn die Voraussetzung gemacht wird, dass die Spulen S_1 und S_2 elektrisch gleichwerthig sind. In *a* befindet sich z. B. das untere Ende des Stabes in der Mitte der Spirale S_1, also in der Stellung der grössten Anziehungskraft; die Mitte des Stabes fällt mit der Mitte der Spirale S_2 zusammen, ist folglich in der Stellung der geringsten Anziehungskraft, die von dieser Spirale ausgeübt wird; es müsste daher der Stab sich abwärts bewegen, wenn nicht der Querschnitt desselben in der Spule S_2 am grössten und in der Spule S_1 am kleinsten wäre. Dieser Umstand gleicht aber die verschiedenen Anziehungskräfte der Spiralen aus, und der Stab bleibt in

Ruhe. In *c* haben beide Spiralen ihre Rollen vertauscht und in *b* befinden sich beide Spulen in derselben Stellung zum Stabe. Der Stab ist somit in allen drei Lagen im Gleichgewichte.

Lässt man nun die Voraussetzung, dass durch beide Spulen ein gleich starker Strom geht, fallen, so kann sich der Stab nicht mehr im Gleichgewichte befinden, sondern muss von jener Spule stärker angezogen werden, durch welche der kräftigere Strom circulirt. Die verschiedene Stromstärke in beiden Spulen wird erreicht, indem man die eine Spule aus starkem Drahte anfertigt und in den Hauptstromkreis schaltet, während die zweite Spule dünne Drähte erhält und in einen Nebenschluss zu liegen kommt. Hierbei wird die Stärke, mit welcher der conische Eisenkern von den Spulen angezogen wird, stets nur von der Stromstärke in diesem, nie aber von der gegenseitigen Stellung bestimmt sein. Die Richtung, nach welcher sich der Eisenkern bewegt, entspricht sonach der Differenzwirkung beider Spulen. Wir ersehen hieraus zugleich auch, dass der Regulator von Piette und Křižik eine sogenannte Differential-Lampe ist, und erinnern uns, dass die Anwendung des Differentialprincipes bei den Regulatorlampen deshalb erfolgt, weil sie hiedurch auch zum Betriebe von Theilungslichtern geeignet werden. (Siehe Seite 395.)

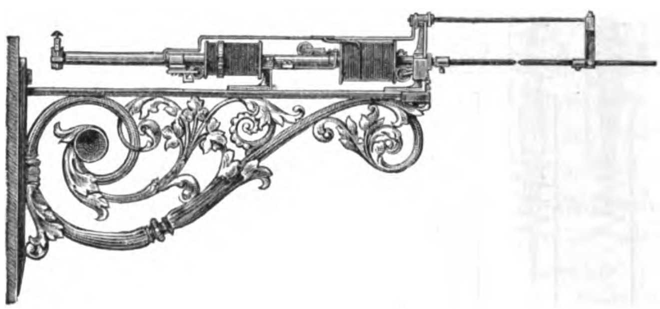


Fig. 264.

Fig. 263 zeigt das Schema einer Lampe, welche unter Anwendung dieses Principes und des doppelconischen Eisenkernes construirt ist. Letzterer in der Figur mit *FF* bezeichnet, befindet sich behufs Führung in einem Messingrohre, in dessen unterem Ende die Kohle *E* steckt. Das Ganze ist an einer Schnur aufgehängt, die über die Rolle *R* führt, und ein Gegengewicht *q* trägt, als welches gleich der untere Kohlenträger mit der Kohle *B* benützt werden kann. Das Solenoid *S'* ist in den Hauptstrom eingeschaltet, das Solenoid *S''* bildet einen Nebenschluss von hohem Widerstande. Bei *C* ist ein automatischer Unterbrecher angebracht, der den Strom in einen Nebenweg schaltet, wenn der Lichtbogen erlischt.

Wird die Lampe in den Stromkreis einer Lichtmaschine eingeschaltet, so tritt der Strom in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung in die Spirale *S'* ein, geht durch die Ausschaltungsvorrichtung *C* zur oberen positiven Kohle, dann durch die negative Kohle zur Lichtmaschine zurück. Sind die Kohlen nahe aneinander, ist also der Widerstand im Hauptkreise gering, so wirkt die Spule *S'* kräftig und zieht dadurch beide Kohlen auseinander; steigt durch das Abbrennen

der Kohlen der Widerstand, so geht ein stärkerer Strom durch die Spule S'' von hohem Widerstande und bewirkt ein Zusammenführen der Kohlen.

Bei der praktischen Ausführung dieser Lampe gleitet der Stab mit der oberen Kohle am Umfange zweier Rollen, während der Schnurlauf, durch welchen der untere Kohlenträger mit dem oberen verbunden ist, über Scheiben geht, die auf den Axen der ersterwähnten Rollen sitzen, deren Radien aber nur halb so gross sind, als die der Rollen. In Folge dessen legt auch die untere, negative Kohle immer nur den halben Weg der oberen, positiven Kohle zurück und der Brennpunkt der Lampe bleibt constant. Der Umstand, dass alle nothwendigen Bewegungen sowohl bei der Herstellung als auch bei der Regulirung des Lichtbogens nur durch die von den Solenoiden auf den Eisenkern ausgeübte Anziehung bewirkt werden, also die Schwerkraft hieran keinerlei Antheil hat, befähigt die Lampe auch in horizontaler Lage ebenso tadellos zu fungiren, wie in verticaler Stellung. Fig. 264 zeigt das Modell jener Lampe, welche schon bei der internationalen Ausstellung für Elektricität in Paris ungetheilten Beifall fand und auch in Wien zu sehen war.

In neuerer Zeit haben die Lampen mehrfache vortheilhafte Abänderungen erfahren, so wurden z. B., wie die Fig. 265 und 266 zeigen, beide Drahtspulen neben einander angeordnet und hierbei der doppelconische Kern in seine beiden einfach conischen Hälften getheilt.*) Der Fortschritt dieser Construction gegen-

*) Fig. 267 ist eine schematische Zeichnung dieser Lampe und die Darstellung des Stromganges. $+P$ und $-P$ bedeuten die Polklemmen, E_1 und E_2 die getheilten Eisenkerne, H die Hauptspule mit wenigen Windungen dicken Drahtes, N die Nebenspule mit einigen Windungen dicken und vielen Windungen dünnen Drahtes; C ist ein Contactmagnet gleichfalls mit doppelten Windungen, n ein Widerstand aus Neusilberdraht und e ein Widerstand aus Eisendraht. G_1 und G_2 sind die vom Lampenkörper isolirten Gleitschienen für den Kern K_2; K_1 und K_2 die obere, beziehungsweise untere Kohle.

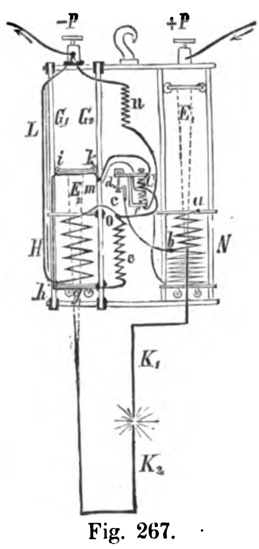


Fig. 267.

Die etwas complicirte Stromführung dürfte am leichtesten klar gemacht werden, indem man den Stromgang in den einzelnen Perioden des Brennens der Lampe und während der Ausschaltung aus dem Stromkreise betrachtet. Hierzu sei zunächst angenommen, dass sich die beiden Kohlen K_1 und K_2 nicht berühren und die Lampe in Thätigkeit gesetzt werden soll.

1. Der Strom tritt bei der Klemme $+P$ in die Lampe ein, geht durch den Lampenkörper nach a, durchläuft die dicken Windungen der Nebenspule N, eilt dann von b über den Contactwinkel c und den Platincontact d nach f und verlässt durch den Neusilberwiderstand n und die isolirte Klemme $-P$ die Lampe. Der Eisenkern E_1 wird jetzt durch die vom Strome durchflossene Spirale ab der Nebenspule N in diese hineingezogen. die Kohle K_1 gesenkt und letztere gelangt mit der unteren Kohle K_2 zur Berührung.

2. Nun hat der bei $+P$ in die Lampenmasse eintretende Strom zwei Wege: entweder den eben beschriebenen oder den folgenden: durch die Lampenmasse in die beiden Kohlen $K_1 K_2$, von letzterer bei h in die isolirte Gleitschiene G_1, von dieser durch die Rollen i und k nach m, durch die wenigen dicken Drahtlagen des Contactmagnetes C nach o, dann in die dicken Drahtwindungen der Hauptspule H und endlich durch die Leitung L zur negativen Polklemme $-P$. Diesen

über der vorhin beschriebenen liegt darin, dass sämmtliche Contacte in der Hülse der Lampe liegen, also gegen Verunreinigung besser geschützt sind; die Schnur liegt ebenfalls innerhalb der Hülse. Fig. 265 ist das Modell einer Hängelampe, Fig. 266 jenes einer Standlampe, wie solches auf der Wiener elektrischen Ausstellung zu sehen war. Fig. 268 stellt eine Lampe dar, die nur einen einfach kegelförmigen Eisenkern und eine Spule besitzt, auf welcher dicker und dünner Draht gewunden ist. Schuckert, welcher die Erzeugung der Křižik- (Pilsner-) Lampe für Deutschland übernommen hat, liefert Lampen von 6—8 und 8—10

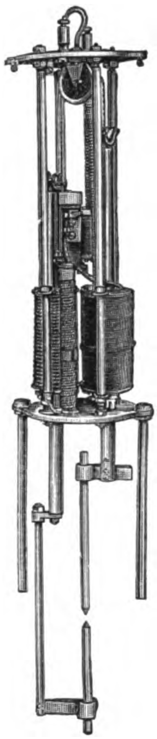


Fig. 265.

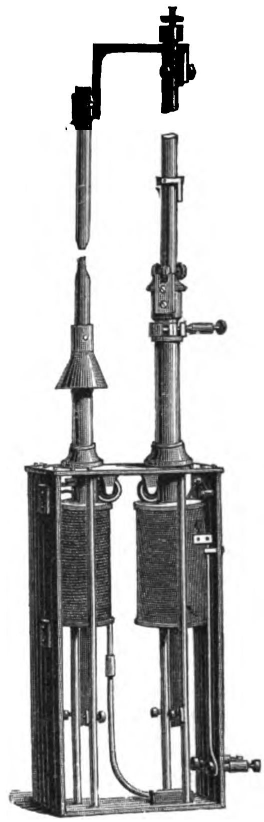


Fig. 266.

Stunden Brenndauer. Der Regulirungsmechanismus ist gewöhnlich von einem Blechcylinder umgeben, und das Licht selbst wird durch eine Glaskugel geschützt

letzteren Weg wird der Hauptantheil des Stromes durchlaufen, da hier ein geringerer Widerstand vorhanden ist, als in dem zuerst beschriebenen. Die Hauptspule *H* zieht deshalb den Eisenkern F_2 hinein, entfernt also die beiden Kohlen K_1 und K_2 von einander und es entsteht der Lichtbogen. Nun ist aber auch der Contactmagnet *C* magnetisch geworden und hat seinen Anker angezogen, wodurch er den Contact bei *d* unterbricht.

3. Der unter 1. beschriebene und jetzt zum schwachen Zweigstrom gewordene Strom muss nun folgenden Weg einschlagen: Von $+P$ durch die Masse der Lampe nach *a*, durch die dicken und dünnen Windungen der Nebenspule *N* und durch die dünnen Drähte des Contactmagnetes *C*, aus welchem herauskommend er sich bei *m* wieder mit dem Haupt-

und zerstreut. Letztere ist an zwei durch lange Rohre geführte Stangen aufgehängt und kann leicht und sicher heruntergelassen werden. Fig. 269 stellt eine ornamentirte Lampe dar, wie solche von Piette und Křižik bei der Wiener elektrischen Ausstellung in Betrieb gesetzt waren. Um hierbei das Schattenwerfen der Metallrippen zu vermeiden, sind die sechs matten Glasstücke zwischen den Rippen stark gewölbt. Da hiedurch die leuchtenden Flächen weiter nach aussen hin zu liegen kommen, als die undurchsichtigen Rippen, so überkreuzen sich die Lichtstrahlen über diesen und heben dadurch die Schattenbildung auf.

Die eben beschriebenen Lampen waren ausgestellt von den Firmen Piette und Křižik in Pilsen, S. Schuckert in Nürnberg und der österr.

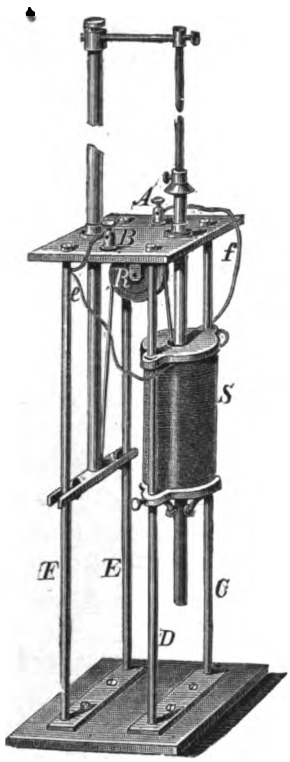
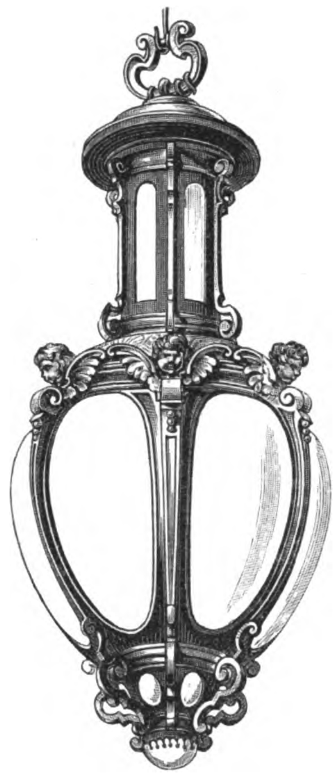


Fig. 268.


Fig. 269.

Waffenfabriks-Gesellschaft in Steyr. Sie dienten zur Bogenbeleuchtung im Ausstellungstheater, im Pavillon des k. k. österr. Handelsministeriums, in der

strome vereinigt und mit diesem gemeinsam den unter 2. beschriebenen Weg weiter verfolgt.

4. Der Voltabogen nimmt durch Abbrennen der Kohlen an Länge zu, und vergrössert hiedurch den Widerstand im Hauptstromkreise (2.). Der Strom im Nebenschlusse (3.) gewinnt an Stärke und wird endlich kräftig genug, um den Eisenkern E_1 durch die Nebenspule N abermals anzuziehen, somit die Kohlen wieder einander zu nähern. Dadurch ist aber der Stromlauf 3. für das regelmässige Brennen der Lampe wieder hergestellt.

5. Es erübrigt nun noch den Stromlauf zu betrachten für den Fall, dass die Kohlen zu Ende sind. Für diesen Fall ist der Lampe die Einrichtung gegeben, dass dann eine

obersten Laterne und Galerie der Rotunde und in einer Halbgalerie. Die Ströme lieferten Schuckert'sche Flachringmaschinen. (S. 76.)

Die Differentiallampe der Firma Siemens & Halske, welche von Hefner von Alteneck construirt wurde, ist die erste Differentiallampe, welche in der Praxis in ausgedehntem Masse Anwendung fand. Bei dieser Lampe besorgt die Schwerkraft den Nachschub der Kohlen, während der Regulirungsmechanismus nur die Art und Zeit der Bewegung bestimmt. Hier kommen wegen dieses Umstandes auch keine für die Anziehung verschieden günstigen Stellungen der Eisenkerne zu den Solenoiden vor. In welcher Art hierbei von der Stromverzweigung Gebrauch gemacht wurde, möge mit Hilfe des Schemas, Fig. 270, erörtert werden. SS_1 ist ein Stab aus weichem Eisen, der an dem um *o* drehbaren Hebel befestigt ist. *T* stellt eine Nebenschliessung von hohem Widerstande im Verhältnisse zum Stromweg in der Lampe und auch zum Lichtbogen vor, *R* ein in den Hauptstrom eingeschaltetes Solenoid von geringem Widerstande. Die Windungen der beiden Solenoide sind so angeordnet, dass diese den Eisenstab in entgegengesetzten Richtungen anzuziehen suchen, daher mit der Differenz ihrer anziehen-

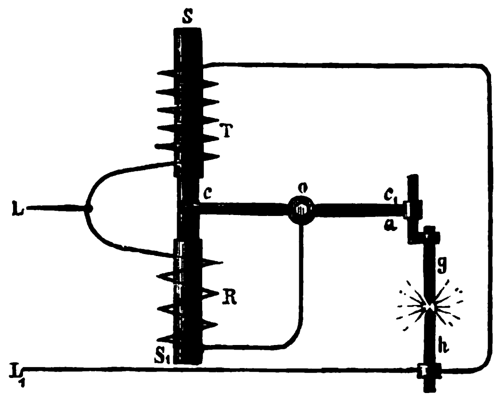


Fig. 270.

den Kräfte wirken. Es wird in Folge dessen auch die Regulirung des Lichtbogens stets das Resultat der Differentialwirkung beider Spulen sein.

Nehmen wir an, die beiden Kohlen *h* und *g* berühren sich nicht, sondern befinden sich in einer gewissen Entfernung von einander. Der Strom geht dann von *L* durch die Spule *T* von hohem Widerstande zur unteren Kohle *h* und von da über L_1 zur Stromquelle zurück; dadurch wird der Eisenkern SS_1 magnetisch und in *T* hineingezogen, also das Hebelende c_1 in seine tiefste Stellung gebracht. Im selben Momente löst sich der Kohlenhalter *a* vom Hebel cc_1 los und fällt

Gleitrolle des Kernes E_2 auf eine isolirte Stelle (ein Stück Elfenbein) der isolirten Gleitschiene kommt, und dadurch dem Hauptstrome nachstehender Weg angewiesen wird: Von $+P$ durch den Lampenkörper, die beiden Kohlen K_1 und K_2 nach *g*, durch den Eisenwiderstand *e* nach *o*, dann durch die Spule *H* und die Leitung *L* zum $-P$; der Nebenstrom geht von *a* aus durch die dicken Drähte *ab* der Spule *N* über *c* und *d* nach *f* und durch den Neusilberwiderstand *n* zur negativen Polklemme; er kann den Contact *cd* durchlaufen, da dieser durch Aufhebung des Stromes im Contactmagnete *C* wieder geschlossen ist.

langsam herunter, bis sich die beiden Kohlen treffen. Jetzt geht der Strom von L durch Rgh nach L_1; nun wirkt aber die Spule R auf den Stab SS_1, zieht diesen nach unten und der Lichtbogen entsteht. Im ersten Momente der Hebung stellt sich auch die Verbindung von a und c_1 wieder her. Im Stromkreise ist jetzt zum Widerstande R noch der Widerstand des Lichtbogens hinzugekommen, und dieser wächst mit der Länge des Lichtbogens; dadurch wird der Strom in T wieder stärker und in R schwächer, bis bei einem bestimmten Widerstande des Bogens sich die von T und R ausgeübten Anziehungskräfte das Gleichgewicht halten. Die Kohlenstäbe brennen langsam ab, aber die gleiche Bogenlänge stellt sich immer wieder her. Bei entsprechend höherer Stellung des Eisenstabes SS_1 sinkt c_1 bis in seine unterste Stellung, wo dann die Lösung der Kuppelung und Erneuerung des früheren Spieles erfolgt. Wird im Stromkreise ausserhalb der Lampe die Stromstärke verändert, so bringt dies allein in der Lampe keine Veränderung hervor, weil die Stromstärke in den beiden Spulen in gleichem Verhältnisse sich ändert. Für die Grösse des Widerstandes, auf welchen der Bogen gebracht wird, ist das Verhältnis der Wirkungen der beiden Spulen R und T auf den Eisenkern massgebend. Es wird voraus bestimmt durch Wahl des entsprechenden Widerstandes, die Zahl der Windungen oder mehr oder weniger tiefes Eintauchen des Stabes in die Spulen. Zu diesem Zwecke ist die obere Spule verstellbar angebracht.

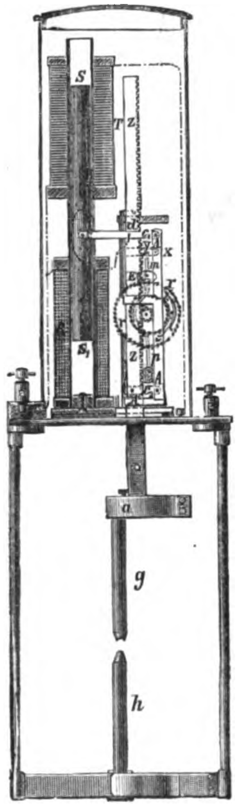


Fig. 271.

Die Lampe selbst (Fig. 271) zeigt, dass der Kohlenhälter aZ nicht unmittelbar an den um d drehbaren Hebel cc_1 befestigt ist. Die Zahnstange Z hat ihre Führung in dem Theile A, welcher an dem Hebelende c_1 angehängt und durch eine Gelenkstange c_2 an seinem unteren Ende so geführt ist, dass sie bei den Schwingungen von cc_1 nur parallel mit sich selbst auf und ab bewegt werden kann. Die Zahnstange kann an dem Theile A nur langsam abwärts gleiten, indem sie dabei das Steigrad r und das Echappement E in Bewegung und dadurch das Pendel p mit seinem nach oben gehenden Arme m in Schwingung setzen muss, welche Theile sämmtlich an A gelagert sind und mit ihm auf- und abwärts gehen.

In einer gehobenen Lage des Stückes A ist der Arm m durch eine Kerbe in dem kleinen Hebel y, welcher bei x gleichfalls an das Stück A gelagert ist, festgehalten, hiermit das Echappement arretirt und die Zahnstange mit A verkuppelt. Wenn aber A und somit der Hebel y sich der untersten Stellung nähert, so wird der letztere durch einen am Gestelle festsitzenden Stift ausgehoben, und das Echappement sowie die Zahnstange x von A frei, worauf die früher beschriebene Nachschiebung der Kohlen stattfindet.

Jede Lampe regulirt sich mit Rücksicht auf die Stromstärke; man kann daher eine Reihe von Lampen in einen Stromkreis oder auch in mehrere Strom-

kreise einer Maschine einschalten, in Parallel- oder Zweigleitungen; in letzterem Falle erhält man verschieden intensive Lichter. Wenn in einer Lampe die Kohlen abgebrannt sind, so erlöscht sie, und der Strom geht durch die Spule von grossem Widerstande; um diesen Stromverlust zu vermeiden, wendet Siemens noch eine Contactvorrichtung an, welche einen kurzen Schluss bewirkt.

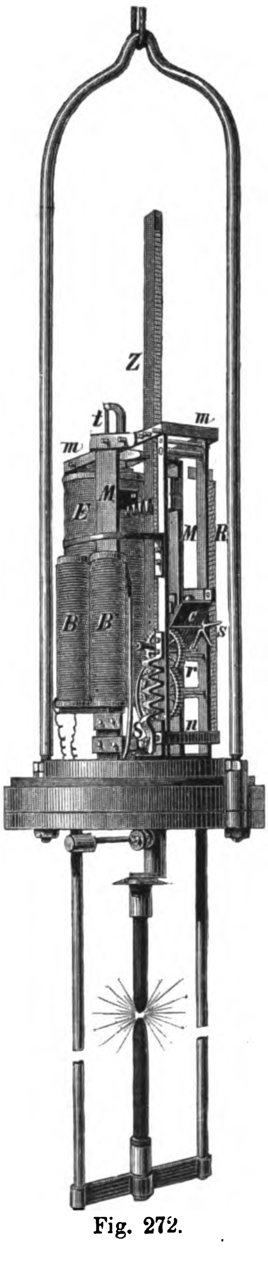


Fig. 272.

Bei den Differentiallampen älterer Construction ist die untere Kohlenelektrode unbeweglich. Jetzt wird die untere Kohle in eine Hülse gesteckt, in der sich eine Spiralfeder befindet, welche die Kohle nach aufwärts drückt. Oben wird die Kohle durch einen (bei Abnützung leicht auswechselbaren) Kupferring gehemmt, dessen innerer Durchmesser dem Durchmesser der Kohle nahezu gleichkommt. Dadurch kann immer nur der conisch zugespitzte Theil hervortreten. Die Länge jeder Kohle beträgt 40 *cm*, die Brenndauer einer Lampe 8 Stunden.

Die Firma Siemens & Halske (General-Bev. Dr. R. Fellinger in Wien) hatte während der Ausstellung in Betrieb gesetzt: 4 Gleichstrom-Theilungslichter in dem Lampenkranze der oberen Laterne, 11 derartige Lichter in der südwestlichen Rundgalerie, 4 Wechselstrom-Theilungslichter bei ihren im Betriebe befindlichen Maschinen, 8 ebensolche Lichter bei der elektrischen Eisenbahn und 4 Gleichstrom-Theilungslichter am Nordportale der Rotunde; die Ströme zur Speisung sämmtlicher Lampen wurden von Maschinen derselben Firma geliefert. (S. 93.)

Auch die von Zipernowsky (Firma Ganz & Co.) construirte Lampe bewirkt den Nachschub der Kohlen durch die Schwerkraft und regelt die Bewegung durch die wechselnde Kraft von Solenoiden. Das Parallelogramm *mn*, Fig. 272, ist auf einer Seite des Hebels *mm* befestigt, welcher sich um eine horizontale, auf den Säulen *MM* gelagerten Axe drehen kann. An der entgegengesetzten Seite des Hebels ist der Eisenkern für das Solenoid *E* angebracht. Den oberen Kohlenträger bildet die Zahnstange *Z*, welche vermöge ihres Gewichtes herabrückt, wenn das Räderwerk *r* mit dem Windflügel *c* nicht gehemmt wird. Das Solenoid *E* besitzt einen erheblichen Widerstand und ist in einen Nebenschluss zum Hauptstromkreise geschaltet. Die Feder *R*, im selben Sinne wie die Anziehungskraft des Solenoides *E* wirkend, strebt, die obere Kohle zu senken während das Gewicht des Eisenkernes im Solenoide diesem Bestreben entgegenwirkt. In Folge der letzten

Wirkung wird anfänglich der Rahmen *mn* mit dem Räderwerke *r* gehoben und dadurch das Sternrad *s* mit einer Sperrklinke in Eingriff gebracht. Daher kann sich weder das Räderwerk bewegen noch die Zahnstange mit der oberen Kohle senken.

Leitet man nun einen Strom durch die Lampe, so kann dieser nur durch das Solenoid *E* gehen; dieses zieht seinen Kern an, ihn von unten nach oben bewegend und senkt hierdurch etwas den Rahmen *mn*, wodurch das Räderwerk *r* freigegeben wird und die Zahnstange mit der oberen Kohle herabfallen kann, bis diese die untere Kohle berührt. Der Windflügel *c* verhindert eine zu rasche Bewegung der Stange. Sobald die beiden Kohlen sich berühren, fliesst sofort fast der ganze Strom durch diese, und das Solenoid wird bedeutend geschwächt. Das Parallelogramm steigt daher wieder nach aufwärts und nimmt die obere Kohle mit, weil eben durch das Steigen das Räderwerk neuerdings durch die vorerwähnte Sperrklinke arretirt wird; die Kohlen entfernen sich also von einander und der Lichtbogen entsteht. In selben Masse als nun die Kohlen abbrennen, wächst der Widerstand im Voltabogen, weshalb die Stromstärke im Solenoide *E* zunehmen muss, bis endlich die Anziehungskraft desselben hinreicht, um durch Hebung seines Eisenkernes den Rahmen *mn* zu senken, und so das Räderwerk freizugeben; die Zahnstange mit der oberen Kohle kann nun abermals nachrücken, bis wieder die normale Bogenlänge hergestellt ist. Um eine zu heftige oder ruckweise Bewegung des Eisenkernes zu vermeiden, ist an der Stange *t* ein Kolben angebracht, der sich im oberen mit einer Kupferröhre versehenen Theile des Solenoides *E* nach Art des Kolbens einer Luftpumpe bewegt und so die Bewegung gleichmässiger macht. Sind die Kohlen abgebrannt, so wird ein Zweigstrom durch den Elektromagnet *BB* geleitet, veranlasst diesen seine Armatur anzuziehen und dadurch den Rahmen *mn* zu senken. Die Feder *S* gelangt dann zur Berührung mit der Grundplatte der Lampe und bewirkt dadurch einen kurzen Stromschluss.

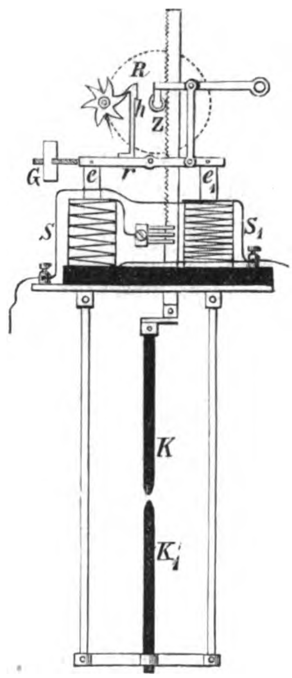


Fig. 273.

Die Firma Ganz & Co. in Budapest beleuchtete in der Ausstellung mit diesen Lampen einen Transept der Rotunde, am Hauptportal, in der oberen Rotundengalerie und die eigene Ausstellung in der Maschinengalerie. Die Lampen wurden durch Wechselstrom-Maschinen, System Zipernowsky betrieben. (S. 104)

Die Lampe für Theilungslicht von Egger, Kremenezky & Co. in Wien welche in Fig. 273 schematisch dargestellt ist, besitzt ein gewöhnliches Laufwerk mit Zahnstange, an der die obere Kohle *K* sitzt. (Die untere Kohle ist fest). Der Nachschub der Kohlen erfolgt durch zeitweises automatisches Auslösen und Arretiren des Laufwerkes durch den Strom unter Benützung des Differentialprincipes. Zu diesem Zwecke ist ein um eine horizontale Axe drehbarer, horizontaler Rahmen *r*

vorhanden, an welchem auf jeder Seite ein Eisenkern aufgehängt ist. Diese Eisenkerne c und e_1 ragen in 2 vertical stehende Drahtspulen hinein, von denen die eine S mit dickem Drahte bewickelt vom Hauptstrome durchflossen ist, während die andere S_1 mit dünner Bewickelung und hohem Widerstande im Nebenschlusse zum Lichtbogen liegt. Die Erhaltung der constanten Bogenlänge während des Brennens der Lampe geschieht nun folgendermassen: Nachdem sich bei normalem Lichtbogen die anziehenden Kräfte beider Spulen auf die Kerne das Gleichgewicht gehalten haben, beginnt mit der Vergrösserung des Lichtbogens infolge Abbrennens der Kohlen die Wirkung der Nebenspule zu überwiegen. Der Rahmen wird nach dieser Seite herabgezogen und das Laufwerk ausgelöst. Durch das Zusammenlaufen der Kohlen vermindert sich die Länge des Lichtbogens, sein Widerstand und damit die Wirkung der Nebenspule nehmen ab und der Rahmen wird durch die Anziehung der Hauptspule S auf ihren Eisenkern in die horizontale Lage gebracht, wodurch das Laufwerk wieder arretirt wird.

Dieses Spiel wiederholt sich in kurzen Zeiträumen mit hinlänglicher Präcision, um die Gleichmässigkeit und Ruhe des Lichtes dieser Lampen zu sichern.

Zur Justirung der Spulenwirkungen auf die Eisenkerne, ist auf der Seite der Hauptspule ein verstellbares Laufgewicht G angebracht. Durch Hineinschrauben desselben wird seine Wirkung in der Richtung des Zuges der Hauptspule vermindert. Der Zug der Nebenspule tritt früher in Wirksamkeit und die Lampe regulirt auf kleineren Lichtbogen. Ein Herausschrauben des Gewichtes bewirkt durch Vergrösserung des Hebelarmes ein erschwertes Nachreguliren und die Lampe bekommt constant grösseren Lichtbogen. Im Falle einer Unterbrechung des Lichtbogens in einer Lampe wird der Strom sofort durch einen automatischen Contact durch eine Widerstandsspirale geleitet und die übrigen im gleichen Stromkreise liegenden Lampen brennen ohne Störung fort.

Damit bei getrennten Kohlen diese von selbst zur Berührung kommen, ist auf Seite der Nebenspule eine zweite Spule vorhanden. Dieselbe wird bei getrennten Kohlen von dem Contactstrome durchflossen, zieht einen am Rahmen hängenden Eisenkern an und hält durch Senkung des Rahmens nach dieser Seite das Laufwerk solange ausgelöst, bis die Kohlen sich berühren. Im selben Momente wird der Contactstrom unterbrochen und das Laufwerk durch die Wirkung der Hauptspule arretirt. Damit nun ein Lichtbogen entsteht, ist die Einrichtung so getroffen, dass durch die Drehung des Rahmens nach der Seite der Hauptspule das ganze Laufwerk und mit ihm die obere Kohle soweit gehoben werden, dass sich sofort der Lichtbogen herstellt.

Die Firma Egger, Kremenezky & Co. betrieb eine Lampe zu 10.000 N.-K. Lichtstärke auf der Rotunde zur Beleuchtung von oben herab, 4 Lampen zu 3000 N.-K. zur Beleuchtung der oberen Innengalerie der Rotunde und 26 Lampen à 1000 N.-K. zur Beleuchtung des Ausstellungsraumes in der Rotunde. Die hierzu nöthigen Ströme lieferten Cylinderring- und Flachringmaschinen derselben Firma. (S. 81).

Auch Schwerd & Scharnweber lassen das Nachschieben der Kohlen durch das Gewicht des oberen Kohlenträgers bewirken und übertragen den Differentialspulen nur das Anzünden der Lampe und die Regulirung der Kohlenträgerbewegung. Sobald die Lampe in den Stromkreis eingeschaltet wird, geht

der Strom durch die wenig Widerstand darbietende, in den Hauptstromkreis geschaltete Spule S_1 (Fig. 274), und veranlasst dadurch eine Aufwärtsbewegung des Eisenkernes E. Der Eisenkern hängt bei h an den um c_1 drehbaren Hebel; am entgegengesetzten Ende desselben ist die Zugstange t befestigt, welche an ihrem unterem Ende mit den um c_2 drehbaren Hebel verbunden ist, welcher bei h_2 die untere Kohle trägt. Diese muss infolge der Aufwärtsbewegung von E offenbar nach abwärts bewegt werden, d. h. also die beiden Kohlen entfernen sich von einander und der Lichtbogen entsteht. Die Zahnstange ZZ des oberen Kohlenträgers greift in ein mit Hemmrad und Sperrklinke r versehenes Räderwerk ein und kann daher nur dann herabsinken, wenn die Sperrklinke das Räderwerk freigibt. Dies ist jedoch in dem eben betrachteten Stadium nicht der Fall, weil ein an der Zugstange t bei i angebrachte Ansatz eben durch das Herabbewegen der Stange gegen die Sperrklinke drückt und dadurch das Räderwerk festhält.

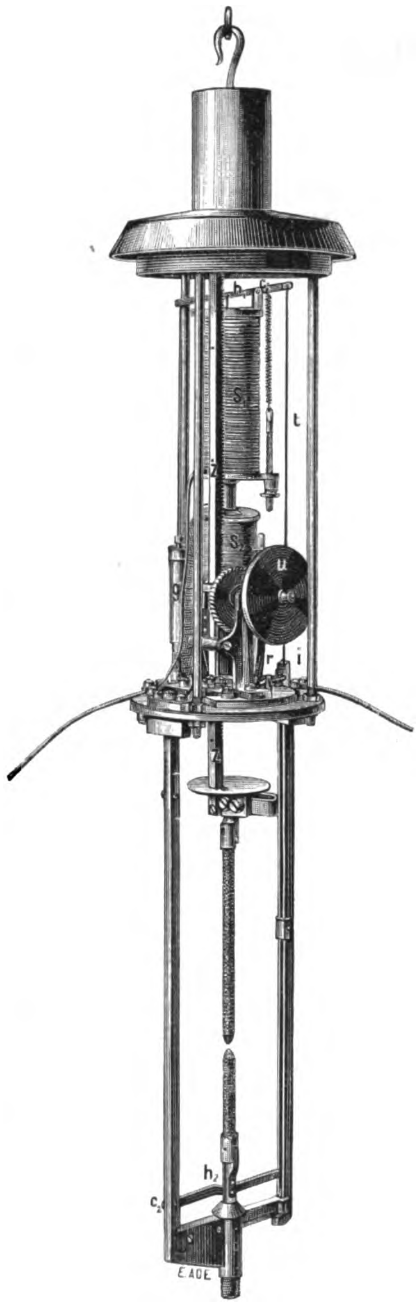


Fig. 274.

Die Kohlen brennen ab und vergrössern hiedurch den Widerstand des Lichtbogens; es muss daher die Stromstärke in der Hauptschlussspule S_1 in demselben Grade abnehmen und in der Nebenschluss-Spule S_2 zunehmen. Der Eisenkern E wird sich nach unten bewegen und vermöge der durch die Zugstange t mit einander verbundenen Hebel $c_1 h_1$ und $c_2 h_2$ die untere Kohle heben. Hiedurch muss sich aber auch der Ansatz bei i von der Sperrklinke r entfernen, also muss auch das Räderwerk frei werden und dem oberen Kohlenträger nachzusinken gestatten. Damit wird wieder die normale Länge des Lichtbogens hergestellt und der Hauptstrom abermals durch S_1 geleitet, was ein Senken der Stange pt und somit eine neuerliche Hemmung des Räderwerkes zur Folge hat. Um ein rasches Herabfallen des oberen Kohlenträgers zu verhindern, ist das Räderwerk mit dem verhältnismässig schweren Schwungrade u versehen, welches nach Art der Unruhe einer Uhr die Bewegung zu einer gleichmässigen macht. Eine

zu rasche oder plötzliche Bewegung des Eisenkernes *E* wird dadurch verhindert, dass an dem oberen Hebel bei *b* die Kolbenstange eines in dem mit Glycerin gefüllten Cylinders *g* beweglichen Kolbens angehängt ist.

Die Lampe von Klostermann ist in Fig. 275 (nach La lumière éléctrique XI) schematisch dargestellt. Der obere Kohlenträger sucht vermöge seiner Schwere herabzusinken, wird hieran jedoch durch die mit Rollen versehene Bremse *E*, welche durch eine Spiralfeder angedrückt wird, und durch das Räderwerk *GC* gehindert. Letzteres, durch den Elektromagnet *N* regiert, kann aber auch in entsprechenden Momenten den oberen Kohlenträger bewegen.

Standen die beiden Kohlen vor Einleitung des Stromes nicht in Berührung mit einander, so legt der Strom, nach Einschaltung der Lampe in den Stromkreis, zunächst folgenden Weg zurück: Er tritt durch die links befindliche isolirte Polklemme in die Lampe ein, durchläuft den Widerstand *MM*, hierauf den Elektromagnet *A*, durch die linke, isolirte Säule des Lampengestelles in den Metallstreifen bei *D*, durch die vom unteren Kohlenträger isolirte Metallscheibe *DD'* in den rechtsseitigen Metallstreifen und von hier durch die Metallmasse der Lampe zu der nicht isolirten rechten Polklemme. Sobald der Strom diese Bahn durchfliesst, zieht der Elektromagnet *A* seinen Anker an und dieser entfernt durch einen zweiarmigen Hebel die Bremse *E* von dem oberen Kohlenträger. Dieser gleitet herab, bis die obere Kohle die untere berührt. Hierdurch ist dem Strome ein zweiter Weg von geringerem Widerstande eröffnet worden. Der durch die linke Polklemme eintretende Strom geht nämlich jetzt mit Umgehung des Widerstandes *MM* und des Elektromagnetes *A* direct in den oberen Kohlenträger, von hier in die untere Kohle und in den Elektromagnet *BB*, von wo aus er durch die Metallmasse der Lampe zur rechten Polklemme abfliesst. Hierdurch wird nicht nur der Widerstand *MM* ausgeschaltet und der Magnet *A* unwirksam gemacht, also der obere Kohlenträger neuerdings gebremst, sondern auch die Auseinanderbewegung beider Kohlen bewirkt, indem der Elektromagnet *BB* seine Armatur anzieht und dadurch die untere Kohle senkt. Dies bewirkt auch gleichzeitig die vollständige Unterbrechung des erstbeschriebenen Stromkreises, da die Federn *DD'* die Metallscheibe verlassen und auf ein isolirendes Stück gelangen.

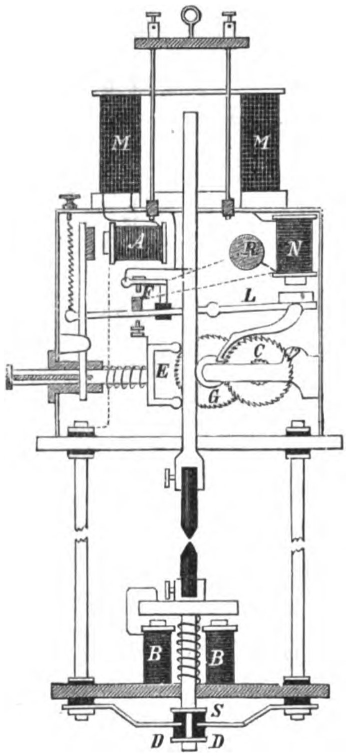


Fig. 275.

Die Regulirung der Bogenlampe erfolgt nun ausschliesslich unter Verrückung des Elektromagnetes *N* und des Widerstandes *R*. Der Magnet *N* ist zu den Kohlen in Nebenschluss geschaltet, indem ein Ende der Drahtwindungen desselben mit dem Lampenkörper, das andere aber direct oder durch Vermittlung

des Widerstandes *R* mit dem oberen Kohlenträger in Verbindung steht. Hat nämlich der Lichtbogen seine normale Länge, so ist der auf dem Hebel *L* befestigte Anker des Elektromagnetes *N* durch eine Spiralfeder abgezogen. In dieser Stellung schliesst der Hebel bei *F* einen Contact, durch welchen der Elektromagnet *N* unter Ausschaltung des Widerstandes *R*, also direct mit dem oberen Kohlenträger verbunden erscheint. Wird der Lichtbogen zu lang, so nimmt der Strom in den im Nebenschlusse liegenden Magnete *N* zu, dieser zieht seinen Anker an, unterbricht den Contact bei *F* und schaltet dadurch den Widerstand *R* in den Nebenstromkreis des Elektromagnetes *N* ein; dieser verliert auf diese Weise seine Kraft und lässt den Anker wieder los. Der Contact bei *F* wird wieder hergestellt und der Widerstand *R* wieder ausgeschaltet; jetzt wächst neuerdings die Stromstärke in *N* und veranlasst abermals die Anziehung des Ankers auf *L* u. s. w., bis durch dieses Anziehen und Loslassen des Ankers, infolge der Einwirkung des letzteren auf das Räderwerk *CG* durch Vermittlung einer Sperrklinke der obere Kohlenträger bis zur richtigen Entfernung dem unteren entgegengeschoben ist, d. h. der Lichtbogen seine normale Länge wieder erhalten hat.

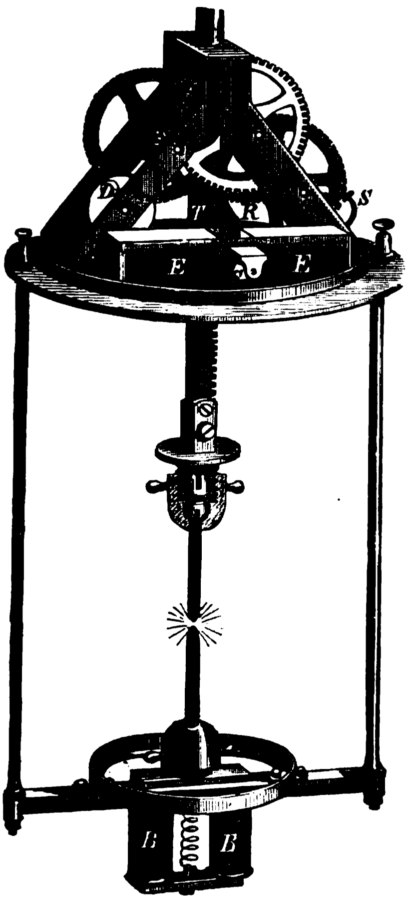


Fig. 276.

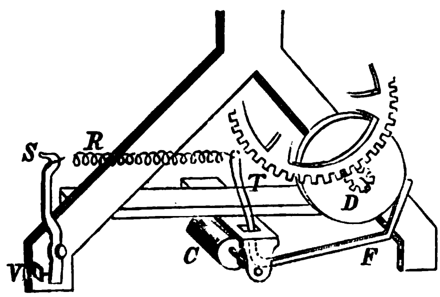


Fig. 277.

Die Klostermann-Lampe wurde durch die Société française de l'Électricité F. Girard & Co. in Paris zur Ausstellung gebracht. Fünf dieser Lampen standen zur Beleuchtung des Nordtranseptes in Verwendung und erhielten Strom von Gramme'schen Maschinen.

Bei Gravier's Lampe wird das Nachsinken der Kohlen ebenfalls durch das Gewicht des oberen Kohlenträgers bewirkt. Vor dem Einleiten des Stromes in die Lampe, Fig. 276, stehen beide Kohlen in Berührung; stellt man dann Stromschluss her, so muss der Strom durch den Elektromagnet *BB* gehen, welcher hierauf seinen Anker anzieht und dadurch die untere Kohle von der oberen so weit entfernt, dass der Lichtbogen entstehen kann. Die Nachschub-

regulirung ist besser aus der Skizze, Fig. 277, zu ersehen. *C* ist ein Cylinder mit sogenannten „orientirten Molekülen“: dieser wird erhalten, indem man einen mit Eisenfeile gefüllten Cylinder aus Pappe oder dünnem Kupferblech zwischen die Pole eines sehr kräftigen Magnetes bringt und sobald sich die Eisentheilchen den magnetischen Curven entsprechend gruppirt haben, Stearin oder eine ähnliche leicht schmelzbare Masse in den Cylinder eingiesst und darin erstarren lässt. Ein solcher Cylinder zwischen die Pole irgendwelcher Magnete gebracht, wird dann immer das Bestreben haben, sich in eine bestimmte Lage zu drehen. Bei Gravier's Lampe trägt die horizontale Axe dieses Cylinders einen Bremsschuh *FF*, der durch die Feder *R* und den mit Hilfe der Schraube *N* verstellbaren Haken *S* gegen die Scheibe *D* als letztes Rad des Lampenräderwerkes gepresst wird und daher das Räderwerk hemmt, also den oberen Kohlenträger festhält. Da die Elektromagnetpaare *EE* im Nebenschlusse liegen, werden sie an Kraft immer mehr gewinnen, je länger der Lichtbogen wird. Dadurch drehen sie den Cylinder *C* so, dass *F* das Rad *D* zu bremsen aufhört und dadurch das Räderwerk freigibt. Nun kann die obere Kohle nachsinken, bis wieder die normale Lichtbogenlänge erreicht ist.

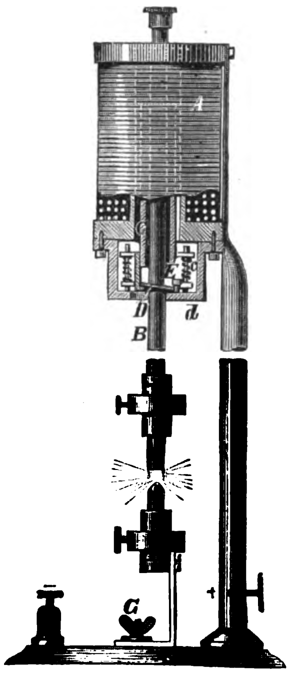


Fig. 278.

Gravier's Lampen wurden durch Kuksz Luedtke & Grether und Alphons Isidor Gravier in Warschau ausgestellt.

Die Construction der Lampen von Brush kann am einfachsten an dem älteren für Einzellicht bestimmten Modelle erläutert werden. Eine verticale Messingsäule, Fig. 278, trägt an ihrem oberen Ende ein Solenoid *A* mit wenigen Windungen eines dicken Drahtes. Der Kern des Solenoides besteht aus einer schmiedeeisernen Röhre *C*, deren Gewicht zum Theile durch Spiralfedern *c* ausbalancirt ist. Unten an diese angebrachte Schrauben *d* erlauben die Spannung der Federn zu reguliren. Innerhalb des Eisencylinders befindet sich frei beweglich der Träger *B* der oberen positiven Kohle. Der untere Kohlenträger ist durch Schraube *G* mit seinem Fusse verstellbar. Der Eisencylinder *C* trägt einen Haken, der unterhalb des Ringes *D*, durch welchen der obere Kohlenträger frei hindurchgeht, eingreift.

Wenn das Solenoid stromlos ist, so liegt der Ring *D* auf der Grundplatte des Gehäuses auf, und der obere Kohlenträger fällt frei herunter, bis seine Kohle auf die untere Kohle trifft. Werden jedoch die Klemmen + und — mit den entsprechenden Polen einer Elektricitätsquelle verbunden, so geht der Strom durch die verticale Säule in das Solenoid, von diesem in die obere Kohle und durch die untere Kohle zur zweiten Klemme. Dann zieht das Solenoid das Eisenrohr *C* hinein und hebt mittelst seines Hakens den Ring *D* einseitig; die Kanten der Ringöffnung fassen den Kohlenträger *B* und dieser, so am Hinabgleiten gehindert, muss vielmehr die Aufwärtsbewegung des Cylinders *C* mitmachen,

also die beiden Kohlen von einander entfernen. Der auf diese Weise erzeugte Lichtbogen wird mit dem Abbrennen der Kohlen immer länger, der Strom im Solenoid aber durch den in solcher Art vermehrten Widerstand des Schliessungsbogens immer schwächer und deshalb wird auch der Cylinder C langsam herabsinken; dadurch wird aber der Ring sich wieder horizontal auf die Grundplatte des Gehäuses auflegen können, und damit dem Träger B ein neuerliches Herabsinken, also Näherbringen beider Kohlen gestatten. Dann wird aber der Strom sofort wieder wachsen, und das Solenoid den Eisencylinder unter Mitnahme des Ringes neuerdings heben. Die Bewegung des Ringes nach oben ist durch die verstellbare Anschlagsschraube E begrenzt. Bei normaler Function der Lampe wird die ganze Bewegung darin bestehen, dass der Ring in regelmässigen Zwischenpausen einseitig gehoben wird und das Nachsinken der oberen Kohle zeitweise hindert.

Die Lampen für Theilungslicht haben ganz denselben Regulirungsmechanismus, nur das Solenoid A besitzt doppelte Windungen, von welchen die inneren aus dickem Drahte gebildet, in den Hauptstromkreis, die äusseren, bestehend aus vielen Windungen eines dünnen Drahtes, derart in einem Nebenschlusse angebracht sind, dass die Stromrichtung in der äusseren jener in der inneren Spule entgegengesetzt ist. Das Solenoid wirkt dann immer mit der Differenz der magnetischen Momente beider Ströme und zwar in folgender Weise: Wenn sich anfangs beide Kohlen berühren, wird zunächst ein kräftiger Strom durch die Spirale aus starkem Drahte, ein sehr schwacher Strom durch die im Nebenschlusse befindliche Spirale aus dünnem Drahte fliessen. Der Eisencylinder wird mit der Differenz der beiden magnetischen Momente in das Solenoid hineingezogen, und bildet durch Hebung des oberen Kohlenträgers den Lichtbogen. In dem Masse, als dieser die Kohlen verzehrt, wächst der Widerstand im Hauptstromkreise, und sinkt daher dessen Stromstärke; im Nebenschlusse, der feindrähtigen Spirale, wird hingegen der Strom wachsen. Die Differenz der magnetischen Momente beider Spiralen wird immer kleiner, daher ihre Anziehungskraft auf den Eisencylinder immer schwächer; dieser sinkt herab, der Ring stellt sich mehr und mehr horizontal und lässt den oberen Kohlenhälter nachsinken.

Um ein zu rasches Nachsinken des Kohlenträgers zu verhüten, ist derselbe als Röhre geformt und mit Glycerin gefüllt; in dasselbe taucht ein Kolben mit versetzten Bohrlöchern, dessen Stange am oberen Theile der Lampe befestigt ist; da die Röhre (der Kolbenträger) nur mit der Schnelligkeit sinken kann, als das Glycerin durch den Kolben fliesst, ist hiemit eine Dämpfung der Bewegung erreicht. Die Lampe ist ferner mit einem zweiten Nebenschlusse ausgerüstet, dessen Zweck darin besteht, eine Lampe, welche aus irgend einer Ursache verlischt, aus dem Stromkreise auszuschalten, ohne das Brennen der übrigen Lampen zu stören. Hierzu wird ein Elektromagnet verwendet, der gleichfalls mit dicken und dünnen Drähten umwunden ist. Wird nun aus irgend einem Grunde der Hauptstrom in der Lampe unterbrochen, so geht ein kräftiger Strom durch den dünnen Draht dieses Elektromagnetes; dieser zieht seinen Anker an und schaltet hierdurch die Spirale mit dickem Draht in den Stromkreis ein. Der Strom geht nun durch den Anker der Ausschaltevorrichtung, durch die wenigen Windungen dicken

Drahtes derselben und zur nächsten Lampe. Die Spirale mit dünnem Drahte wird stromlos und dadurch einem unnützen Stromverluste vorgebeugt.

Die Lampen werden mit schwach verkupferten Kohlenstäben von 12 *mm* Durchmesser und 0.305 *m* Länge versehen. Bei der Anwendung eines Stromes



Fig. 279.

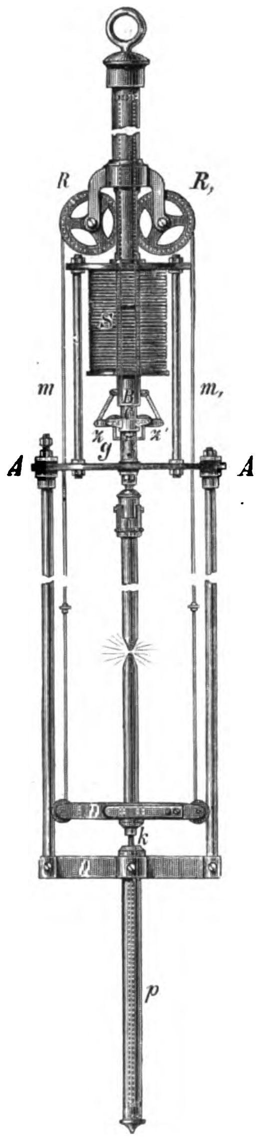


Fig. 280.

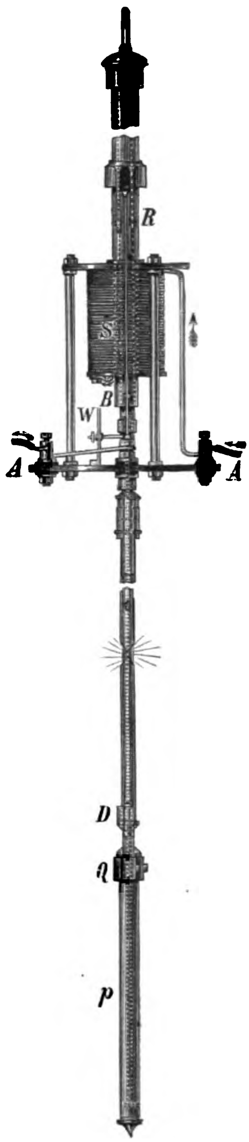


Fig. 281.

von 10 Ampères haben sie eine Brenndauer von 8 Stunden. Für grössere Brenndauer construirte Brush-Lampen mit zwei oder mehreren Kohlenpaaren. Eine Lampe mit zwei Kohlenpaaren ist in Fig. 279 abgebildet.

Brush-Lampen waren von der International Electric Company Ld.) früher Anglo Austrian Brush Electrical Company (Ld.) Wien ausgestellt und dienten zur Beleuchtung der halben grossen Galerie der Rotunde der linken Seite der Arcaden, im Kesselhause und bei der eigenen Ausstellung; die Ströme wurden durch Brush-Maschinen (S. 87) geliefert.

Die von der Firma Egger, Kremenezky & Co. in Wien, für Einzellicht benützte Lampe ist in Fig. 280 u. 281 dargestellt. Mit der Grundplatte *AA* verschraubte Säulchen tragen das Solenoid *S*, in dessen Innerem das Eisenrohr *B* auf- und abgleiten kann; innerhalb dieses Rohres ist der obere Kohlenträger *C* frei beweglich. Das Rohr ist an seinem unteren Ende mit Sperrklinken, einem sogenannten Frosche, versehen, der durch Anlegen der Theile *zz'* an den oberen Kohlenträger *C* diesen nöthigt, an den Bewegungen des Rohres *B* theilzunehmen. Diese Klemmung wird aufgehoben, wenn das Eisenrohr und mit ihm der Frosch so weit sinkt, dass die Stücke *zz'* gegen die an dem Winkelstücke *W* durch eine Schraube in einem Schlitze verstellbar befestigte Gabel stösst. Der untere Kohlenträger *D* ist durch Schnüre *mm'*, die über die Rollen *RR'* laufen, verbunden; er wird unten durch Rollen geführt, die auf den an der Platte *AA* isolirt befestigten Säulen gleiten. An dem die letzteren verbindenden Querstück *Q* ist eine Art Quecksilberpumpe *p* als Dämpfung für die Bewegungen der Kohlen angebracht; der Kolben dieser kleinen Pumpe hängt an der Stange *k*.

Hiernach fungirt die Lampe in folgender Weise: Vor Einleitung des Stromes berühren sich die beiden Kohlen, weil einerseits *C* herabsinkt und dadurch die Sperrklinken *zz'* geöffnet werden und andererseits der obere Kohlenträger schwerer ist als der untere. Tritt nun der Strom durch die + Klemme in die Lampe ein, so gelangt er in das Solenoid *S*, geht dann in die Masse der Lampe, von hier zur oberen Kohle, dann durch die untere Kohle in die Quecksilberpumpe und verlässt durch die Säulen und eine Klemme die Lampe. Das Solenoid zieht das Eisenrohr *B* hinein, schliesst dadurch den Frosch und hebt den oberen Kohlenträger, wodurch der Lichtbogen gebildet wird. Durch das Abbrennen der Kohlen wächst der Widerstand und sinkt die Stromstärke im Stromkreise; das Solenoid verliert an Kraft, lässt *B* sinken und bewirkt dadurch ein theilweises Oeffnen des Frosches, worauf der obere Kohlenträger frei wird, nachsinken und den unteren Kohlenträger heben kann.

Bei Gérard's Lampen wird der Kohlennachschub gleichfalls durch den vermöge seines Gewichtes herabsinkenden Kohlenträger bewirkt und die Hemmung dieser Bewegung durch einen Hemmring bewerkstelligt bei dem kleinen Modelle, durch eine Art Scheere bei den grösseren Modellen. Bei dem ersterwähnten Modelle (lampe a glissière) (Fig. 282) ist der obere Kohlenträger an dem Eisenkerne im oberen Theile des Elektromagnetes befestigt, während die Armatur an der unteren Seite des Elektromagnetes die eine Seite eines drehbaren Hebels bildet, dessen andere Seite die Gleitstange ringförmig umfasst. Eine Spiralfeder wirkt der Anziehung des Elektromagnetes entgegen. Ist der Magnet stromlos, so zieht die Spiralfeder den Hebel auf der linken Seite nach aufwärts und der Ring klemmt die Gleitstange; fliesst hingegen durch den Elektromagnet ein genügend starker

Strom, so wird der Anker angezogen, dadurch die Klemmung aufgehoben und der Elektromagnet, sammt Kohlenträger, Hebel und Spiralfeder gleitet an der Stange herab. Zur Vermeidung einer Drehung ist noch eine Führungsstange angebracht.

Soll die Lampe in Thätigkeit gesetzt werden, so bringt man zunächst die beiden Kohlen ausser Berührung. Sie bleiben in dieser Lage, weil der Hemmring in Folge der Federwirkung die Stange klemmt. Leitet man nun einen Strom durch die Lampe, so zieht das Solenoid den Eisenkern nach abwärts und senkt dadurch die obere Kohle. An der Unterseite des Elektromagnetes wird gleichzeitig der Anker angezogen und dadurch die Bremsung aufgehoben; der Elektromagnet gleitet daher mit der Kohle so lange herab, bis diese mit der unteren Kohle zur Berührung kommt. Da der Elektromagnet im Nebenschlusse zu den Kohlen liegt, verliert er durch die Berührung der Kohlen seine Anziehungskraft. Der Anker wird durch die Gegenfeder abgezogen und die Gleitbewegung durch Anlegen des Bremsringes an die Gleitstange unmöglich gemacht; gleichzeitig ist aber auch der Eisenkern durch die ihn tragende Spiralfeder wieder aus dem Solenoid herausgehoben worden und hat dadurch die obere Kohle etwas gehoben, d. h. den Lichtbogen gebildet. Wird durch das Abbrennen der Kohlen der Widerstand im Voltabogen grösser, so nimmt die Stromstärke im Magnete wieder zu und bewirkt hierdurch neuerdings die Aufhebung der Bremsung und somit ein Herabgleiten der oberen Kohle.

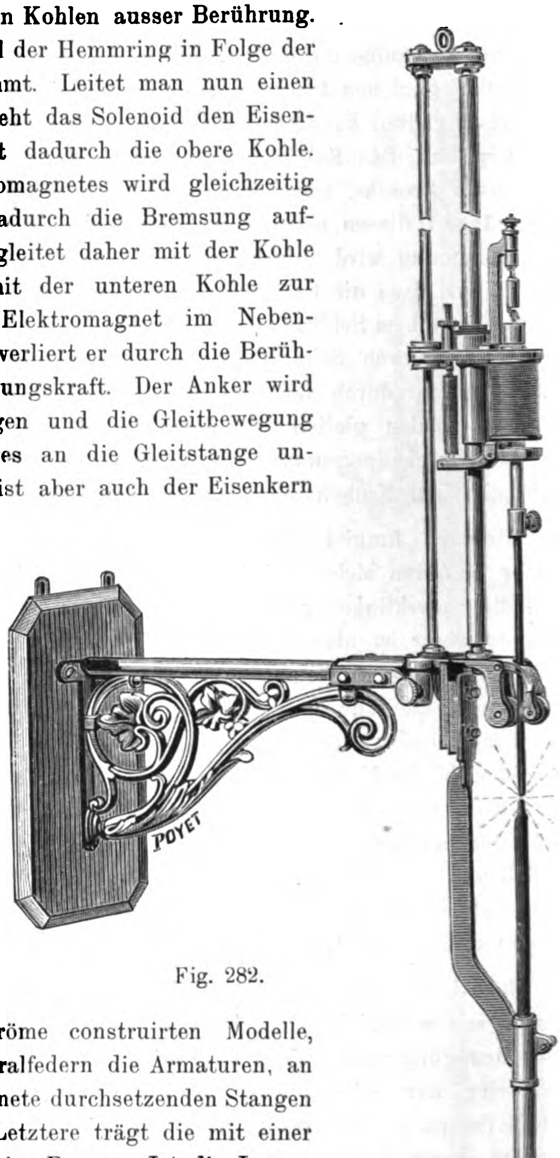


Fig. 282.

Bei dem für Wechselströme construirten Modelle, Fig. 283, hängen an zwei Spiralfedern die Armaturen, an welchen mittelst die hohlen Magnete durchsetzenden Stangen eine Traverse befestigt ist. Letztere trägt die mit einer Platte verbundene scheerenförmige Bremse. Ist die Lampe stromlos, so sind die Anker durch die Federn von den Magneten abgezogen und bremsen hierdurch den oberen Kohlenträger. Schickt man nun einen Strom durch die Lampe, so geht dieser nur durch die im Nebenschlusse liegenden Magnete, weil sich die beiden Kohlen nicht berühren. Hierdurch werden die Anker angezogen, senken den oberen Kohlenträger und heben die Bremsung auf, die obere

Kohle gleitet bis zur Berührung mit der unteren herab und bietet dadurch dem Strome einen Weg von geringem Widerstande, nämlich den durch die Kohlen dar. Weil nun durch die Elektromagnete nur mehr ein sehr schwacher Strom geht, werden die Anker durch die Spiralfedern abgezogen und heben, dadurch den Lichtbogen bildend, die obere Kohle, ohne die Bremsung aufzuheben. Letztere

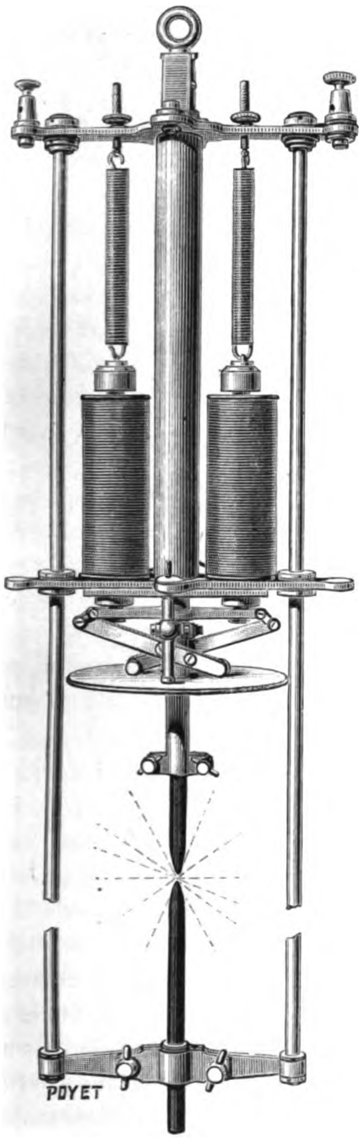


Fig. 283.

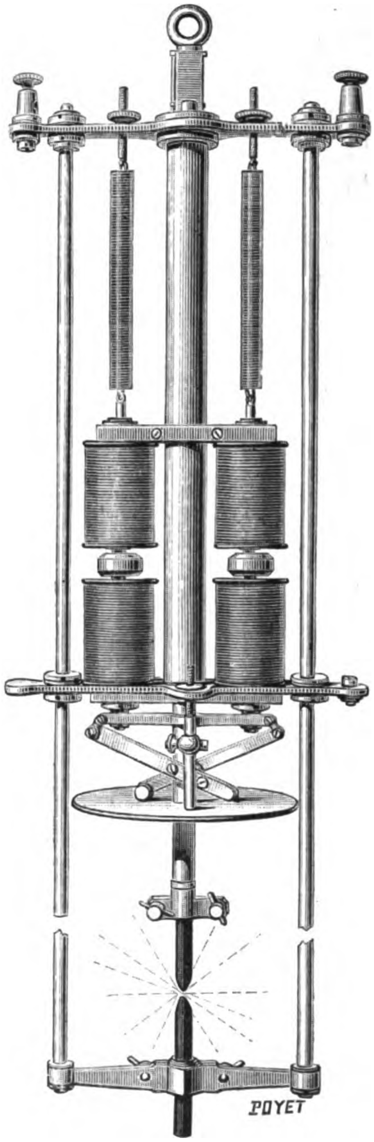


Fig. 284.

bewirkt erst eine abermalige Stromzunahme in Folge des wachsenden Widerstandes im Lichtbogen durch Abbrennen der Kohlen. Um ein ruhiges Abwärtsgleiten des Kohlenträgers zu erreichen, endet dieser nach oben in einen Kolben, der sich in einem Rohre mit sanfter Reibung bewegt.

Diese Lampe ist durch Gérard auch in die Form einer Differentiallampe gebracht worden. Hierbei befinden sich die Anker zwischen je zwei Elektromagneten, von welchen das obere Paar in den Haupt-, das untere Paar in einen Nebenstromkreis geschaltet ist, wie dies Fig. 284 erkennen lässt. Die Gérard-Lampen waren von der Société Anonyme d'Électricité in Paris ausgestellt.

Bei der Lampe von Cance, Fig. 285 und 286, bei welcher gleichfalls das Gewicht des Kohlenträgers den Nachschub bewirkt, besteht der Bremsring, wenn man ihn hier noch so nennen darf, in einer Schraubenmutter *EF*, in welcher

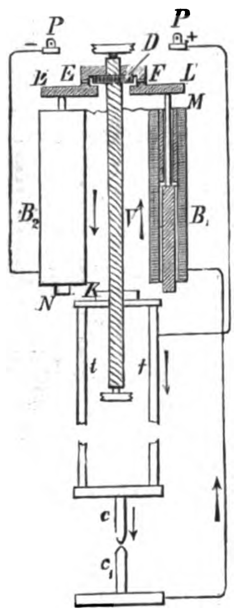


Fig. 285.

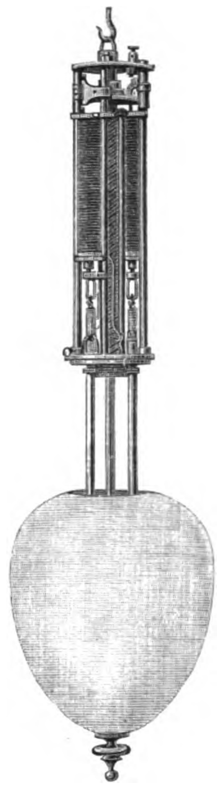


Fig. 286.

sich die Schraubenspindel *V* drehen kann. Der obere Kohlenträger *tt* hängt an dieser durch die an ihm befestigte Schraubenmutter *K*. Geht kein Strom durch die Lampe, so gleitet der Kohlenträger vermöge seines Gewichtes herab, muss aber hierbei durch die Schraubenmutter *K* die Spindel *V* in Umdrehung versetzen. (Die angezogene Schraube hat die Form der Schraube eines Drillbohrers.) Verbindet man jedoch die Polklemmen *PP* der Lampe mit einer Stromquelle, so geht der Strom in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung durch die Lampe. Die Elektromagnete $B_1 B_2$ ziehen ihre Kerne NN hinein, d h. nach oben und diese üben dann durch ihre stangenförmigen Ansätze einen kräftigen Druck auf die Platte *LL* aus. Die Platte wird dadurch gehoben und drückt dann auf die Schraubenmutter *EF*, die früher auf der an der Spindel befestigten Platte *D*

aufruhte. Durch diesen nach oben gerichteten Druck wird die Spindel *V* in Drehung versetzt. Die Richtung dieser Umdrehung muss jener Drehungsrichtung entgegengesetzt sein, welche durch die Abwärtsbewegung der unteren Schraubenmutter *K* bewirkt wurde, weil ja die beiden Schraubenmuttern sich nach entgegengesetzten Richtungen auf derselben Schraube bewegen, d. h. also, die Aufwärtsbewegung der Mutter *EF* muss die Spindel derart drehen, dass die Mutter *K* und mit ihr der obere Kohlenträger gehoben wird. Hierdurch bildet sich aber der Lichtbogen. Das Abbrennen der Kohlen und das hierdurch bedingte Anwachsen des Widerstandes im Lichtbogen schwächt die Stromstärke und somit auch die Kraft des Solenoides, der Druck von *LL* gegen *EF* lässt nach und die Schraube *V* kann wieder durch das Herabgleiten des schweren Kohlenträgers *tt* gedreht werden.

Die Société anonyme de Construction mecanique et d'Appareils électriques (Cance) in Paris, welche die Lampen von Cance zur Ausstellung brachte, beleuchtete mit 18 Bogenlampen à 350 N. K. den Pavillon des französischen Ministeriums der Posten und Telegraphen, mit 4 Lampen gleicher Stärke den eigenen Ausstellungsplatz, mit je 1 Lampe den Ausstellungsplatz der die Lampen speisenden dynamo-elektrischen Maschinen im Nordtransepte und den anstossenden Theil der Maschinenhalle, mit 1 Lampe das Intérieure der französischen Telegraphengesellschaft und mit einer Lampe die Kuppel des türkischen Pavillons. Den Strom lieferten 7 Gramme-Maschinen (Construction Mignon & Rouart.)

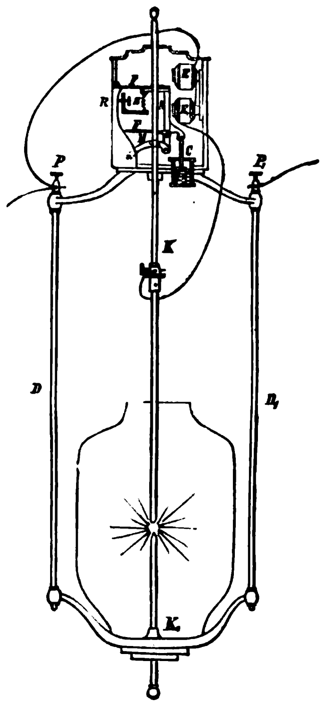


Fig. 287.

Bei der Lampe von Weston-Möhring, Fig. 287, trägt der an den Federn *FF* befestigte Anker *A* des Elektromagnetes *EE*, einen Hebel *H*, der mit einer Bohrung versehen ist, um den oberen Kohlenträger *K* durchzulassen. Der Anziehungskraft des Elektromagnetes *EE*, auf dem Anker *A* wirkt die Spiralfeder *S* entgegen, deren Spannung durch die Schraube *R* und den mit ihr verbundenen Winkelhebel regulirt werden kann. So lange kein Strom durch die Lampe geht, befindet sich der Hebel *H* in seiner tiefsten Stellung, bei welcher das Bohrloch parallel zum Kohlenträger *K* steht und dem Herabgleiten desselben bis zur Berührung mit der unteren Kohle K_1 kein Hinderniss in den Weg stellt. Sobald jedoch ein Strom durch die Drahtwindungen des Elektromagnetes fliesst, zieht dieser seinen Anker an und dreht dadurch den Hebel *H* aufwärts. Hierdurch kommt das Bohrloch desselben in eine schiefe Stellung zum Kohlenträger *K*, der nur durch die Kanten des Bohrloches gefasst wird und an der Aufwärtsbewegung des Hebels theilnehmen muss. Die obere Kohle wird also von der unteren entfernt und der Lichtbogen gebildet. Brennen aber die Kohlen weiter ab, so wächst der Widerstand im Bogen und die Anziehungskraft des Elektro-

magnetes nimmt ab; der Anker *A* sinkt, der Hebel *H* wird abwärts bewegt und lässt die Kohle *K* abwärts gleiten. Um heftige Bewegungen des Ankers zu vermeiden, ist an demselben durch die Stange *c* ein Kolben aufgehängt, der sich in einem mit Glycerin gefüllten Cylinder bewegt.

Der Elektromagnet *A* besitzt auf jedem seiner Schenkel drei Drahtspulen, und zwar zunächst dem weichen Eisenkerne eine Spule dünnen Drahtes, auf diese folgt, in der Richtung nach aussen, je eine Spule dicken Drahtes, und die äusserste Spule besteht wieder aus Windungen eines dünnen Drahtes. Die Spulen mit dickem Drahte liegen im Hauptstromkreise, jene mit dünnen Drähten in einem Nebenschlusse, und ist die Stromrichtung in den ersteren entgegengesetzt jener in den letzteren. Die Anziehungskraft des Elektromagnetes ist daher durch die Differenz der elektrischen Kräfte in beiderlei Spulen bestimmt. Die Anwendung dieses Differentialmagnetes, dessen Wirkungsweise nach den vorhergehenden Lampenbeschreibungen wohl keiner näheren Erklärung bedarf, ermöglicht die Verwendung dieser Lampe für Theilungslicht.

Die United States Electric Lighting Company in New York (Vertreter Victor R. v. Ofenheim-Ponteuxin in Wien) beleuchtete mit zwei Oceanreflectoren von 10.000 N. K. am Südportale, mit 10 Westonlampen à 1500 N. K. in den 10 Oeffnungen der obersten Rotundenlaterne, mit 5 Lampen derselben Lichtstärke im Osttransepte, mit 2 ebensolchen Lampen aussen am Ostportale und mit 1 Lampe im Waidmann-Pavillon. Zur Speisung dieser Lampen war eine Weston dynamo-elektrische Maschine im Betriebe.

Bei dem Regulator von Serrin (Fig. 288) trägt der obere positive Kohlenträger *B* in seinem unteren Drittel eine Zahnstange *A*, welche in das Zahnrad *F* eingreift; mit *F* auf derselben Axe sitzt eine Rolle *G*, deren Radius halb so gross ist, als der des Zahnrades. Von dieser Rolle geht eine Rollkette über die Führungsrolle *J* zu einem Elfenbeinstücke, das mit dem unteren, negativen Kohlenhalter *K* verbunden ist.

Am Boden des Lampenkastens ist ein Elektromagnet *E* angebracht, dessen horizontaler Anker *Z* an dem Parallelogramme *RSTU* befestigt ist. *RS* kann sich um *R* und *TU* kann sich um *T* drehen. Die verticale Seite *SU* ist mit dem Querstücke, welches die Rolle *J* trägt, verbunden; damit das Parallelogramm nicht durch sein Gewicht herabsinkt, sind zwei Federn (die zweite ist in der Zeichnung nicht sichtbar) angebracht, deren eine durch die Schraube *b* und den Hebel *a* stärker oder schwächer angespannt werden kann; die Federn werden so regulirt, dass *RS* und *TU* horizontal stehen. Das letzte Rad der Radübersetzung bildet ein Sternrad *e*, in welches der dreieckig gestaltete Sperrzahn *d* eingreifen kann. Wird der obere Kohlenträger *B* hinaufgezogen, etwa um neue Kohlen zu befestigen, so dreht sich nur das Rad *F*, während das übrige Räderwerk in Ruhe bleibt, weil das zweite Rad eine Sperrvorrichtung besitzt, welche die Drehung nur nach der entgegengesetzten Richtung gestattet. Die Arme *x* und *y* mit ihren Schrauben dienen zur genauen Einstellung der oberen Kohle. Der Strom wird durch die Metallbestandtheile der Lampe in den Kohlenträger *B* geleitet, gelangt dann durch die obere, positive und die untere negative Kohle in den Träger *K*, von hier durch den Spiraldraht *ll* zu einer isolirten Klemme *z*, die

mit dem Elektromagnete E verbunden ist; von diesem geht der Strom durch einen Draht zur Klemme e und wieder zur Stromquelle zurück. Sobald der Strom geschlossen ist, zieht E seinen Anker Z an und die Seite SU des Parallelogrammes sinkt etwas nach abwärts; mit ihr sinkt auch der untere Kohlenträger und wegen dessen früher beschriebener Verbindung mit dem Zahnrade F steigt der obere Kohlenträger B. Die Kohlen werden also von einander entfernt, und es entsteht der Lichtbogen. Der obere Träger kann trotz seines Gewichtes nicht herabsinken, da durch das Sinken des unteren Kohlenträgers der Sperrzahn d zum Eingriffe in das Sternrad c gebracht wurde und damit das Räderwerk arretirt ist.

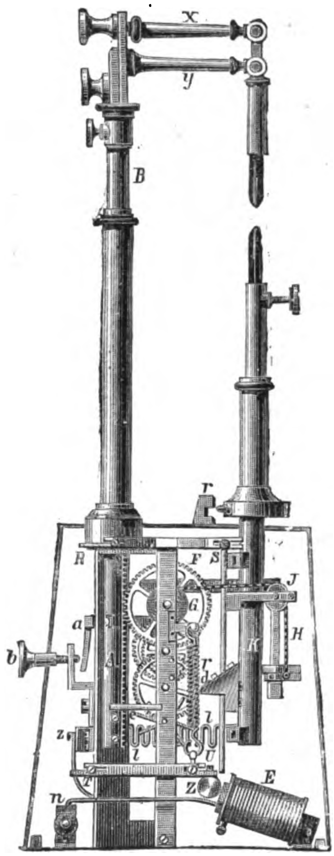


Fig. 288.

Durch Abbrennen der Kohlen wächst nun der Widerstand im Schliessungsbogen, der Strom wird schwächer und mit ihm der Elektromagnet. Es kommen daher die seiner Anziehung entgegenwirkenden Federn r zur Geltung und ziehen das Parallelogramm nach oben. Dadurch wird aber auch der Sperrzahn d gehoben und das Räderwerk freigegeben. Es sinkt jetzt der Kohlenträger B und hebt dadurch das Rad F, die Rolle G und die Kette H den unteren Kohlenträger K, d. h. die beiden Kohlen werden einander genähert. Da sich, wie früher erwähnt, die Durchmesser des Rades F und der Rolle G wie $1:2$ verhalten, so rückt die negative Kohle halb so viel nach oben als die positive Kohle nach unten, also ganz entsprechend dem ungleichförmigen Abbrennen beider Kohlen. Der Voltabogen bleibt daher an derselben Stelle. Das Nachrücken der Kohlen hat indessen den Widerstand im Schliessungsbogen verringert und so den Strom und mit ihm den Elektromagnet wieder zu den ursprünglichen Stärken gebracht. Es wird daher der Anker abermals angezogen und das Räderwerk arretirt, wodurch der weitere Nachschub der Kohlen beendet ist, bis neuerdings durch Abbrennen der Kohlen der Widerstand zugenommen hat. Dieses Spiel geht während der ganzen Brenndauer ununterbrochen fort. Durch die Spannung der Feder f mittelst der Schraube b und des Hebels a kann das Parallelogramm conform der Stromstärke so ausbalancirt werden, dass die geringsten Stromschwankungen genügen, um das Räderwerk in Thätigkeit zu setzen, also den Lichtbogen in constanter Grösse zu erhalten. Ebenso wird durch das Anziehen der Schraube b das Parallelogramm etwas gehoben, durch Nachlassen derselben etwas gesenkt, wodurch die Lampe für grössere oder kleinere Voltabogen eingestellt werden kann.

Drückt man den unteren Kohlenträger etwas nach abwärts, so wird auch das Parallelogramm gesenkt und dadurch das Räderwerk gehemmt; die Function

der Lampe ist unterbrochen. Will man diesen Zustand erhalten, so dreht man den Kohlenhälter ein wenig, so dass der unten angebrachte Zapfen zum Eingriff in das Stück *r* kommt.

Lontin hat den Serrin'schen Regulator dahin abgeändert, dass er den Elektromagnet nicht in den Hauptstromkreis, sondern in einem Nebenschluss legte (Fig. 289). Hiermit wird der Regulator auch für Theilungslicht verwendbar und functionirt dann in folgender Art: Sobald die Lampe in den Stromkreis eingeschaltet ist, geht, wenn die Kohlen sich nicht berühren, der ganze Strom durch den Magnet im Nebenschlusse; dieser zieht seinen Anker an und gibt durch Hebung des Sperrzahnes das Räderwerk frei, wodurch beide Kohlen einander bis zur Berührung genähert werden. Im selben Momente geht aber der Hauptstrom durch die Kohlen, wo er jetzt wenig Widerstand findet, und der Nebenschluss, respective der Magnet, wird nahezu stromlos: der Anker fällt ab und der Sperrzahn arretirt das Räderwerk; beim Abwärtsgehen des Ankers wird aber auch der untere Kohlenträger etwas nach abwärts bewegt und so dem Strome Gelegenheit gegeben, den Lichtbogen zu bilden. Dann bleibt das Räderwerk so lange arretirt bis durch Abbrennen der Kohlen der Bogen und somit auch der Widerstand im Hauptstromkreise zu gross geworden ist, also der Strom im Nebenschlusse wieder jene Stärke erreicht hat, die zum Anziehen des Ankers und neuerlichem Freigeben des Räderwerkers ausreicht. Selbstverständlich muss, wenn der Regulator in dieser Art arbeiten soll, die Stellung des Elektromagnetes und die Form des Ankers entsprechend abgeändert sein. Diese Aenderung ist aus einem Vergleiche der Fig. 289 mit Fig. 288 leicht zu ersehen.

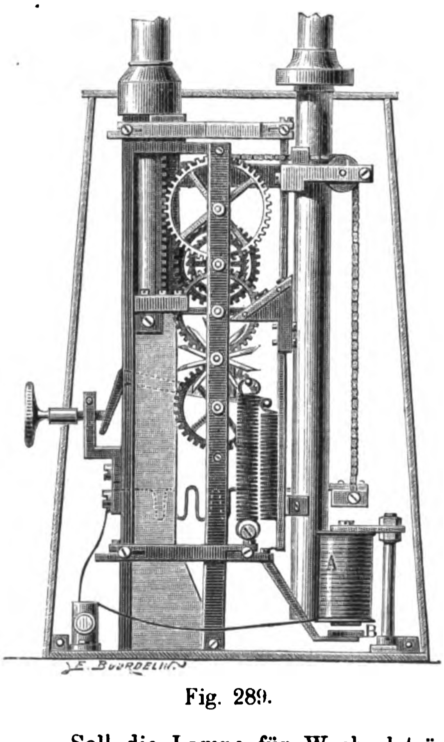


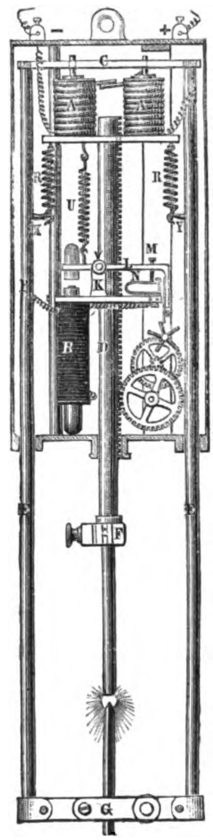
Fig. 289.

Soll die Lampe für Wechselströme benützt werden, so müssen, da unter diesen Umständen die beiden Kohlen gleich schnell abbrennen, die Durchmesser des Zahnrades *F* und der Rolle *G* gleich gross sein.

Bei der Nebenschlusslampe von Gramme, Fig. 290, trägt die Zahnstange *D* die obere, positive Kohle und dient durch ihr Gewicht als Motor für die Bewegung der letzteren; die untere, negative Kohle wird an einem Querstücke *G* befestigt, welches mit zwei Stangen *EE* verbunden ist. Diese sind an ihrem Ende mit einer schmiedeeisernen Traverse *C* verschraubt, welche den Anker zu den im Hauptstrome eingeschalteten Elektromagneten *AA* bildet, und welche durch die Spiralfedern *RR* immer nach aufwärts gezogen wird. Der in einem Nebenzweige eingeschaltete Elektromagnet *B* von grossem Widerstande besitzt

einen Anker, welcher auf dem um v drehbaren Hebel L befestigt ist. Am anderen Ende des Hebel ist mit diesem ein Sperrzahn s fest verbunden, der in das Sternrad eingreifen kann. U ist eine Feder, welche den Anker vom Magnete B stets abzieht, N ist eine Contactfeder und M ein Contactstift.

Die Function der Lampe ist folgende: durch die Einwirkung der Federn RR und der Ansätze XY wird in der Ruhelage das Ende des Hebels L, an welchem sich der Sperrzahn s befindet, immer in die Höhe gezogen, wodurch das Sternrad frei wird und die Zahnstange D vermöge ihres Gewichtes herabsinkt, bis sich beide Kohlen berühren. Der Strom kann nun durch die Lampe gehen. Er tritt bei der mit + bezeichneten Klemme ein, geht durch die Metallbestandtheile der Lampe zum oberen Kohlenträger D, dann durch die untere Kohle in die Stange E und von hier durch den Elektromagnet AA zu der mit — bezeichneten Klemme. Bei P ist eine Abzweigung, durch welche ein Theil des Hauptstromes, ohne den Lichtbogen zu passiren, den Elektromagnet B umkreisen kann. Sein Weg geht aus der Masse der Lampe durch den Stift M in die isolirte Contactfeder N, dann durch den Elektromagnet B und bei P wieder in die Masse der Lampe zurück. Sobald ein Strom durch die Lampe geht, zieht der Elektromagnet AA die Traverse C an, drückt somit die Stangen EE und mit diesen die untere Kohle hinunter, und stellt in solcher Weise den Lichtbogen her. In dieser Stellung bleibt der untere Kohlenhälter während der ganzen Zeit des Betriebes unverrückt stehen. In Folge der Abwärtsbewegung der Stangen EE und der Anziehung der Feder U kommt der Sperrzahn s zum Eingriffe in das Sternrad, wodurch ein Nachsinken des oberen Kohlenträgers D verhindert wird. Der Elektromagnet B ist sehr gross und, wie erwähnt, besitzen seine Drahtwindungen einen hohen Widerstand; der in diesem circulirende Zweigstrom ist daher sehr schwach.


Fig. 290.

Wird aber durch das Abbrennen der Kohlen der Voltabogen länger und somit der Widerstand im Hauptstromkreise grösser, so wird der Strom in diesem schwächer, im Nebenschlusse aber stärker. Der Elektromagnet B zieht seinen Anker an und bringt hierdurch den Sperrzahn s ausser Eingriff. Jetzt ist das Sperrrad und mit ihm das übrige Räderwerk frei, die Zahnstange und mit ihr die obere Kohle kann nachsinken. Im selben Momente wird aber auch der Contact des Stiftes M und der Feder N unterbrochen, und somit der Strom, welcher durch den Magnet ging, aufgehoben. Die Feder U zieht daher den Anker ab und wieder in seine Ruhelage zurück, wodurch das Räderwerk gehemmt und das Nachsinken der Kohle wieder unterbrochen wird. Brennen die Kohlen weiter ab, so beginnt das obige Spiel von Neuem und so geht es fort, so lange die Lampe brennt. Da die Stromstärke im Hauptstromkreise nicht plötzlich abnimmt, die im Nebenstromkreise in Folge dessen nicht plötzlich zunimmt, so erfolgt das

Nachschieben der Kohle nicht sprungweise, sondern continuirlich, stets mit dem Abbrennen der Kohlen gleichen Schritt haltend. Die Lampe ist für Einzel- und getheiltes Licht zu verwenden.

Mit 5 Gramme-Lampen à 1200 N. K. auf einem Semaphor beleuchteten Brückner Ross und Consorten in Wien den Platz vor dem Südportale der Rotunde, mit 8 Lampen derselben Stärke und 2 Lampen à 2500 N. K. im Süd-Transepte, mit 3 Lampen à 2500 N. K. in der zweiten Laterne der Rotunde, mit 16 Lampen à 1200 N. K. die eigene Ausstellung und auf der zweiten äusseren Rotunden-Galerie durch einen Projectionsapparat mit einer Lampe zu 4000 N. K. Die Ströme wurden von Gramme'schen Maschinen geliefert.

Auch in der nunmehr zu behandelnden Lampengruppe wird die Bewegung der Kohlen durch die Schwere des Kohlenträgers bewirkt, aber die Hemmung besteht in einer magnetischen Bremsung. Hierher gehören die Lampen von Crompton, Bürgin, Gülcher, Hauck u. s. w.

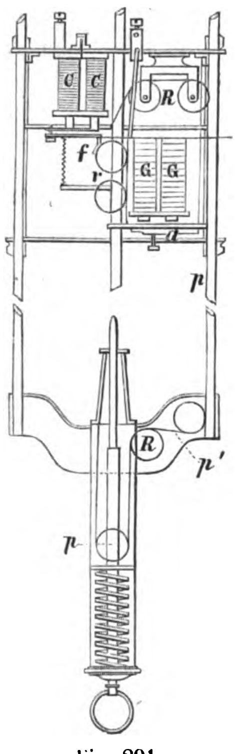


Fig. 291.

Die Lampe von Crompton ist durch die Fig. 291 dargestellt. (Nach La lumière électrique.) Der Regulirungsmechanismus wirkt hierbei mit Hilfe zweier Elektromagnete *GG* und *CC*, von welchen der erste in den Haupt-, der letztere in einen Nebenstromkreis geschaltet ist. Berühren sich beide Kohlen, so fliesst der Strom durch den Elektromagnet *GG* und dieser zieht seine Armatur *a* an, wodurch das Räderwerk *r* sammt dem oberen Kohlenträger etwas gehoben wird. Auf diese Weise entsteht der Lichtbogen. Hierauf geht bei zunehmendem Widerstande im Voltabogen ein Zweigstrom durch den Elektromagnet *CC*, welcher nun gleichfalls seine Armatur anzieht und dadurch die Bremse *f* von dem Rade abhebt; das Räderwerk wird frei und die obere Kohle kann nachsinken. Gleichzeitig hiermit wird die untere Kohle gehoben, da der obere Kohlenträger mit dem unteren durch die über die Rolle *R* laufende Schnur *p* verbunden ist. Durch diese Anordnung wird bewirkt, dass der Lichtpunkt während der ganzen Brenndauer in constanter Höhe bleibt.

Cromptonlampen wurden zur Ausstellung gebracht von Emil Bürgin in Basel und E. R. Crompton & Co. in London.

Fig. 292 stellt den Mechanismus der Lampe von W. Ph. Hauck im Schnitte, den oberen Theil in perspectivischer Ansicht dar. Die rechtseitige Wand des Lampengehäuses ist von den übrigen Theilen der Lampe sorgfältig isolirt und trägt eine Gleitschiene zur Führung und Stromzuleitung für den unteren Kohlenträger; eine ebensolche Schiene an der linkseitigen Wand führt den oberen Kohlenträger. Die Verbindung beider Träger ist durch eine Schnur hergestellt, welche am oberen Kohlenträger bei *o* befestigt ist, über die Rollen *A*, *G*, *B* und *S* geht und an dem Deckel des Lampenkastens ihren zweiten Befestigungspunkt hat. Die Rollen *A* und *B* sind an einem um die Axe *J* drehbaren Querstücke

angebracht. Von diesem Querstücke ragt nach abwärts zeigerartig ein Stück, welches die an ihrem Rande verzahnte Rolle *G* und das Bremsrad *F* trägt und an seinem unterem Ende durch die Eisenkerne *M* der Solenoide *N* bewegt werden kann. An der Axe *J* hängt auch leicht drehbar die Bremse *E* mit ihrer durch die Schraube *d* stellbaren Feder *R*. Diese Bremse ist oben (bei ihrem Drehpunkte) an der linken Seite mit einer Feder, an der rechten mit einem Querstücke *c* versehen, welches die Anschlagschraube *L* trägt.

Wird durch die Lampe ein Strom gesandt, so zieht *N* den Eisenkern *M* hinein und bewegt dadurch den Zeiger *GR* nach links; die Rolle *A* steigt, *B* sinkt und ebenso steigt der obere Kohlenträger und sinkt der untere, d. h. der Lichtbogen entsteht. Die beiden Kohlen können trotz des Uebergewichtes des oberen Kohlenträgers nicht gegen einander gehen, weil durch die Drehung des Zeigers die Bremse *E* und das Bremsrad *F* in Berührung gekommen sind. In Folge der durch das Abbrennen der Kohlen eintretenden Stromschwächung geht *M* durch die Wirkung einer Gegenfeder aus dem Solenoide *N* heraus und das Bremsrad *F* entfernt sich von der Bremse *E*. Jetzt kann das Gewicht des oberen Kohlenträgers wirken und es tritt eine Gegeneinanderbewegung beider Kohlen ein. Um diese Nachschubbewegung zu einer allmälichen zu machen ist die regulirbare Feder *R* an der Bremse angebracht und auch an der Axe des Rades *F* ein Windflügel (nicht gezeichnet) befestigt.

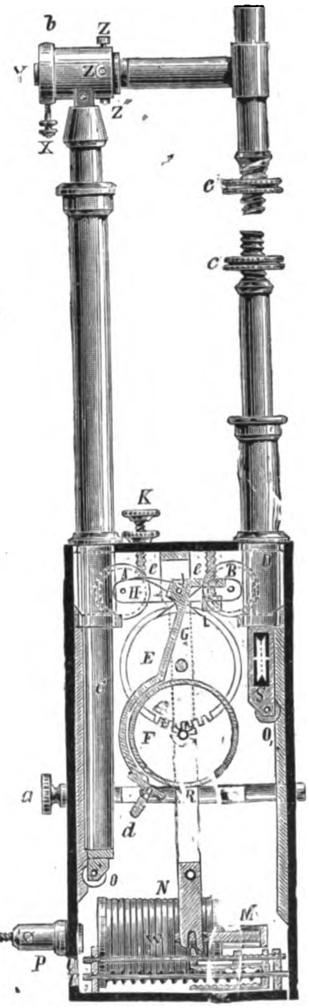


Fig. 293.

Die Lampe war von J. W. Hauck, k. k. Hofmechaniker in Wien, ausgestellt.

Wenngleich die Differentiallampe von Tschikoleff keine grosse Verbreitung gefunden hat, ist sie doch deshalb von Interesse, da sie als die erste sogenannte Differentiallampe zu betrachten ist. Tschikoleff, Vorstand der Beleuchtungsabtheilung der russischen Artillerie, hatte sie schon seit 1877 in Gebrauch. Die Construction dieser Lampe ist aus Fig. 294 ersichtlich. *E* bedeutet einen Elektromagnet mit dicken Drahtwindungen, E_1 einen Elektromagnet mit Windungen eines dünnen Drahtes. *MM* sind die halbkreisförmig gebildeten Pole dieser beiden Magnete, welche den Gramme'schen Ring *rr* in $^2/_3$ seines Umfanges umfassen. An den Trägern cc_1 sind die auf dem Stromsammler des Ringes schleifenden Contactbürsten befestigt. Die Axe des Gramme'schen Ringes ist nach oben verlängert und sind in ihr Schrauben von einander entgegengesetzter Richtung eingeschnitten und zwar von s_1 und s_2 in der einen und von s_1 bis *s* in der andern Richtung. Je einer der

Kohlenträger bildet zu diesen beiden Schrauben die Mutter. Die Gewindhöhe beider Schrauben ist dieselbe, wenn die Lampe mit Wechselströmen betrieben wird, aber von einander verschieden, wenn gleichgerichtete Ströme angewandt werden sollen. Eine Stellschraube s_3 dient zum Heben oder Senken des Lichtbogens, was für den Fall Bedeutung gewinnt, als ein Reflector benützt werden soll.

Der Strom tritt bei L in die Lampe ein und findet hier zunächst zwei Wege für seinen Durchgang; ein Theil läuft durch die Kohlen, die dicken Drahtwindungen des Magnetes E und verlässt die Lampe bei L_1; ein zweiter Theilstrom geht von L aus durch die Windungen des Magnetes E_1 mit dünnen Drähten und von diesem bei L_1 aus der Lampe heraus. Der durch den Lichtbogen gehende Strom findet aber ausser dem früher angegebenen Wege durch E noch einen zweiten Weg durch den Träger c und die zugehörige Bürste in den Gramme'schen Ring und von diesem durch c_1 nach L_1 zurück, so dass also im Ganzen drei Theilströme durch die Lampen gehen. Bei Einschaltung der Lampe in einen Stromkreis wird zunächst der weitaus grösste Theil des Stromes durch die sich berührenden Kohlen gehen, dann zum Theil die Windungen des Elektromagnetes E, zum Theil den Gramme'schen Ring durchlaufen; die Spule E_1 wird wegen ihres hohen Widerstandes nahezu stromlos sein. Im Gramme'schen Ringe bilden sich Pole, deren Verbindungslinie senkrecht auf die Verbindungslinie der beiden Magnetpole MM steht. Der stark magnetische Pol M wird nun dem Ringe eine der Windungsrichtung seines Magnetes und der Polvertheilung im Gramme'schen Ringe entsprechende Drehung geben und bei richtiger Construction die Schraubenspindel ss_2 derart drehen, dass sie vermöge ihrer beiden einander entgegengesetzt eingeschnittenen Schrauben die Kohlenträger von einander entfernt. Dadurch bildet sich der Lichtbogen. Die Kohlen brennen ab, der Widerstand in ihrem Stromkreise wächst, und die Stromstärke muss abnehmen. Im selben Masse wächst jetzt der Strom in der Zweigleitung, welcher der Elektromagnet E_1 mit feinen Drahtwindungen angehört, und endlich erreicht er eine solche Stärke, dass der Pol des letzterwähnten Magnetes kräftiger wird als jener des Magnetes mit starken Drähten. Der nun kräftig gewordene Magnetpol dreht aber den Gramme'schen Ring in der entgegengesetzten Richtung, d. h. die Kohlen werden einander genähert. Beim regelmässigen Brennen der Lampe steht daher der Gramme'sche Ring und somit die Entfernung der beiden Kohlen stets unter der Differentialwirkung der magnetischen Kräfte der beiden Elektromagnete E und E_1. — Die Regulirung des Bogens erfolgt bei der Lampe von Tschikoleff ohne Mitwirkung von Rädern und ohne irgendwelche Auslösungsvorrichtung. Obwohl unter sonst gleichen Umständen Lampen ohne Auslösung solchen mit Auslösung vorzuziehen sind, weil ihre Regulirung stetiger vor sich geht, darf doch bei der jetzt besprochenen Lampe nicht übersehen werden, dass zur Bewegung des Gramme'schen Ringes der eine oder der andere Magnetpol immer erst eine gewisse Stärke er-

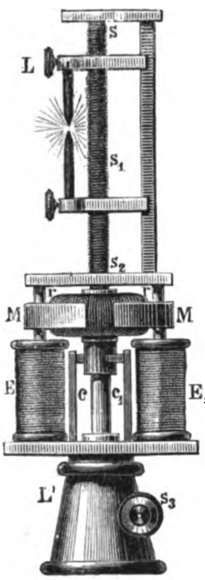


Fig. 294.

reicht haben muss, also ein gewisser Zeitraum erforderlich ist, bis der Ring sich dreht, weil in der Schraube Reibung stattfindet, die durch die Anziehungskraft der beiden Magnete überwunden werden muss. Die Länge des Lichtbogens bleibt deshalb keine absolut constante.

Wie wir bereits erfahren haben, wurde schon im Jahre 1855 von Lacassagne & Thiers der Flüssigkeitsdruck zur Regulirung des Lichtbogens benützt. Später und von Andern ausgeführte diesbezügliche Versuche ergaben jedoch kein praktisch verwerthbares Resultat, bis es endlich in neuerer Zeit Sedlaczek & Wikulill gelang, die nach ihnen benannten vorzüglichen Locomotiv- und Schiffslampen zu construiren.

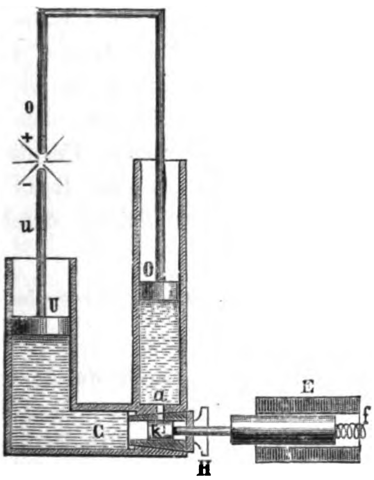
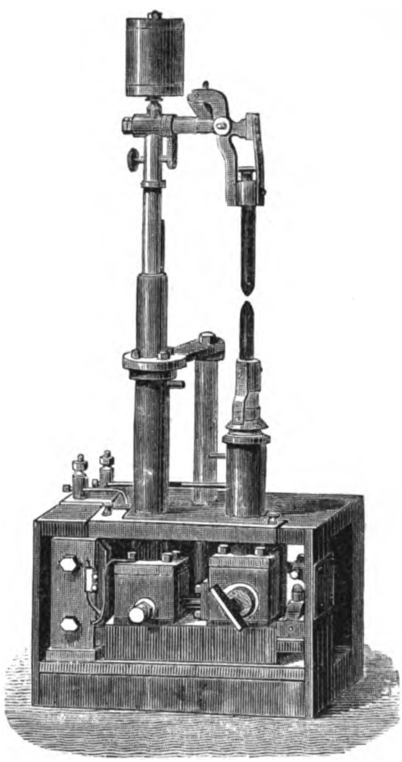


Fig. 295.


Fig. 296.

Bei diesen Lampen erfolgt die Regulirung dem Principe nach durch Anwendung zweier vertical stehender cylindrischer und mit einander communicirender Röhren, die mit Glycerin gefüllt sind, auf welchem zwei luftdicht schliessende Kolben sich bewegen, so dass wenn der eine Kolben sinkt, der andere steigen muss; das Einleiten dieser Bewegung erfolgt nach zwei Methoden; entweder unter Zuhilfenahme eines Elektromagnetes oder durch einen Centrifugalregulator.

Die Lampe mit Elektromagnet zeigt Fig. 295 schematisch, Fig. 296 in perspectivischer Ansicht. Die Kohlenstäbe *o* und *u* sind mit den Kolben *O* und *U* fest verbunden; die Durchmesser der letzteren sind so bemessen, dass *O* als Träger der oberen, positiven Kohle immer den doppelten Weg zurücklegt, wie *U*,

der Träger der unteren negativen Kohle. Das Resultat dieser Einrichtung ist, dass der Lichtpunkt in constanter Höhe erhalten wird, was bei dieser Lampe gefordert werden muss, da sie mit einem Reflector versehen ist. Der Kolben O massiv und schwer gearbeitet, drückt auf die Flüssigkeit, und hebt dadurch den Kolben U, während er selbst sinkt; die Bewegung dauert so lange an, bis sie an der Berührung der beiden Kohlen o und u auf ein Hinderniss stösst. Die Berührung der Kohlen schliesst aber den Stromkreis und setzt hierdurch den gleichfalls eingeschalteten Elektromagnet E in Thätigkeit. Dieser zieht mit Hilfe seines Eisenkernes den Kolben k aus dem Hahn H heraus, und hebt dadurch die Verbindung zwischen beiden verticalen Cylindern auf; durch den Rückgang des Kolbens k ist jedoch gleichzeitig die Flüssigkeit unter dem Kolben U gesunken, also auch die Entfernung der Kohlen u und o von einander etwas erweitert worden, und der Lichtbogen entstanden. Durch das Abbrennen der Kohlen vergrössert sich ihre Entfernung und somit auch der Widerstand im Schliessungsbogen, der Magnet E wird schwächer und die Feder f drückt den Kolben k wieder in den Hahn H hinein. Dadurch ist die Communication zwischen den beiden verticalen Röhren wieder hergestellt, der Kolben U presst vermöge seines Gewichtes wieder Flüssigkeit unter den Kolben O, und die beiden Kohlen nähern sich einander so lange, bis ihre Distanz so klein geworden, dass der Widerstand des Stromkreises so schwach ist, also der Strom respective der Magnet, wieder die ursprüngliche Grösse erreicht hat, um durch Anziehung des Eisenkernes die Communication der verticalen Flüssigkeitssäulen neuerdings aufzuheben. Dieses Spiel geht stetig, ohne merkbaren Einfluss auf die Constanz des Lichtes auszuüben, vor sich. Um das Einsetzen neuer Kohlen leicht und rasch zu ermöglichen, gestattet der Hahn durch eine zweite Stellung die Verbindung der beiden verticalen Röhren durch eine weite Bohrung.

Die Lampe war durch S. Schuckert in Nürnberg ausgestellt und durch eine Schuckert'sche Maschine in Betrieb gesetzt.

Die Lampen von F. Schmidt reguliren die Bogenlängen durch elektromagnetische oder elektrodynamische Anziehung und Abstossung, wie dies an der in Fig. 297 abgebildeten Lampe erläutert werden soll. Die vier Drahtspulen $ABCD$ sind auf zwei sich kreuzenden Hebelarmen um diesen Kreuzungspunkt leicht drehbar befestigt. Jede der Spulen trägt zweierlei Bewicklungen, die von einander vollständig getrennt sind; je eine Bewicklung wird durch dicke und die andere durch dünne Drähte gebildet. Die Drähte sind dann derart mit den Klemmschrauben verbunden, dass die dicken Drähte und die Kohlenstäbe KK_1 in den Haupt-, die dünnen Drähte in einen Nebenstromkreis zu liegen kommen; ferner wird durch entsprechende Verbindung bewirkt, dass sich die beiden Spulen A und B, sowie auch CD abstossen, wenn der Strom durch die Windungen des dicken Drahtes geht, sich aber anziehen, wenn der Strom die dünnen Drähte durchfliesst. Zwischen den Spulen A und D, B und C muss dann natürlich immer das entgegengesetzte Verhalten eintreten, d. h. die durch die Anziehung zwischen den Spulen A und B, C und D bewirkte Drehung wird durch die gleichzeitige Abstossung zwischen B und C, A und D befördert.

Die Wirkungsweise der Lampe ist hierdurch leicht zu erkennen; wenn wir beispielsweise annehmen, dass sich die Kohlen *KK*, nicht berühren und die Lampe in einen Stromkreis eingeschaltet wird, so muss der ganze Strom durch die Windungen der dünnen Drähte fliessen. Dies veranlasst eine Anziehung zwischen den Spulen *A* und *B*, *C* und *D* und eine Abstossung der Spulen *B* und *C*, *A* und *D*; hierdurch gelangen die Kohlen *KK* zur Berührung und schliessen dadurch den Hauptstromkreis. Der Strom muss sich in zwei Theile theilen, von welchen der weitaus grössere durch den Hauptstromkreis, also die Kohlen und die dicken Drahtwindungen fliesst. Es muss daher die dynamische Kraft der dicken Spiralen jene der dünnen überwiegen und, da der Strom in den dicken Drähten zur Abstossung zwischen *A* und *B*, *C* und *D* führt, müssen sich die beiden Kohlen von

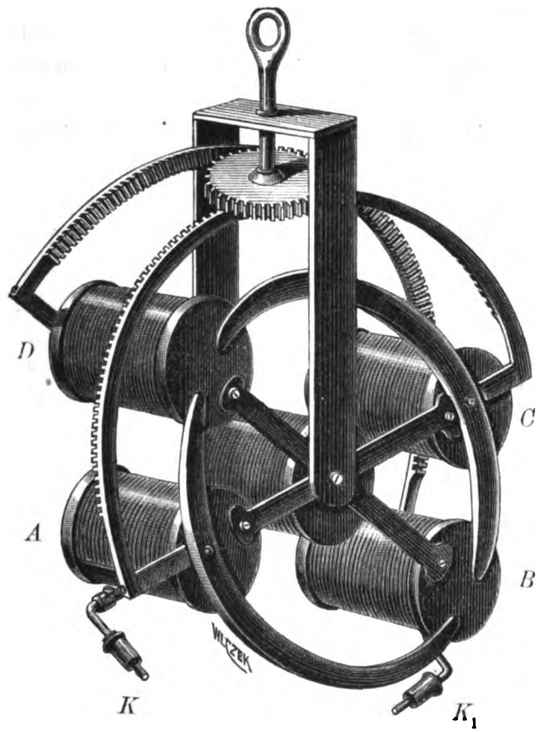


Fig. 297.

einander bewegen; hiermit ist der Lichtbogen gebildet und durch diesen in den Hauptstromkreis ein neuer Widerstand eingeschaltet. Letzterer wächst in dem Masse als die Kohlen abbrennen und bewirkt dadurch eine allmähliche Verstärkung des Stromes in der Nebenschliessung, wodurch endlich die Kohlen wieder gegeneinander geführt werden. Die Regulirung erfolgt somit stets durch die Differenzwirkung der in den beiderlei Drähten fliessenden Ströme. Die Construction der Lampe ist jedoch nicht an die in der Fig. 297 dargestellten Anordnung und Form der Spulen gebunden, sondern lässt mannigfache Combinationen zu. Die gezahnten Bogen haben den Zweck, die Bewegung zu einer gleichförmigen zu machen.

Die Lampen waren durch F. Schmidt in Prag ausgestellt und besorgten die Beleuchtung des Ausstellungsplatzes der Maschinen-Actiengesellschaft vormals Breitfeld, Daněk & Co.

4. Elektrische Kerzen.

Ebenso wie bei den Regulatoren wird auch bei den elektrischen Kerzen das Licht durch den Voltabogen hervorgebracht; die Grösse des Bogens wird aber nicht durch continuirlich oder periodisch wirkende Vorrichtungen constant erhalten, sondern ist durch die Construction ein für allemal festgestellt. Die parallele Stellung der Kohlen und das einer Kerze ähnliche Abbrennen gaben Veranlassung zu der Bezeichnung: elektrische Kerzen.

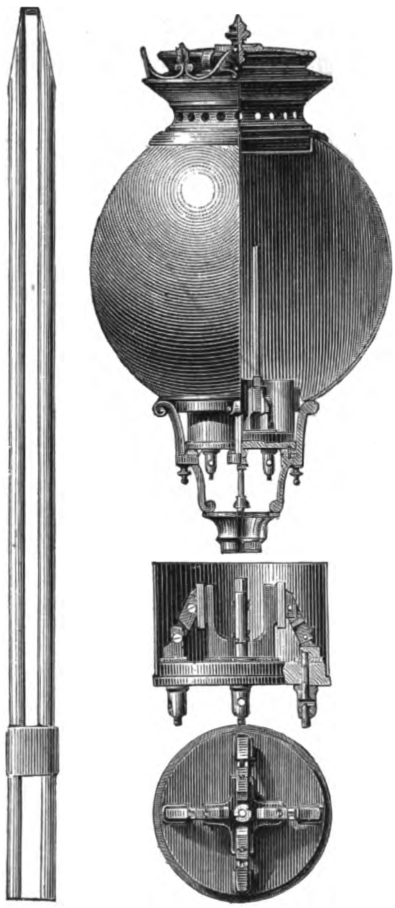


Fig. 298.

Die erste praktisch verwerthbare Kerze wurde, wie bereits erwähnt, von Paul Jablochkoff im Jahre 1876 erfunden, doch hatte Jablochkoff bereits in Werdermann einen Vorläufer. Die Erfindung des letzteren bezog sich allerdings nicht auf elektrische Beleuchtung, sondern auf einen Gesteinsbohrer, aber dieser wurde unter Benützung desselben Principes construirt. Werdermann liess zwischen zwei zu einander parallelen und durch eine dünne Luftschichte von einander getrennten Kohlenstäben den Lichtbogen entstehen und führte durch ein daneben gelegtes Rohr einen Luft- oder Dampfstrom zu. Der Effect war eine Art Löthrohrflamme von so hoher Temperatur, dass darin der härteste Granit in wenigen Secunden schmolz. Werdermann hatte aber auch bei einer im selben Patente beschriebenen Construction an Stelle des Blaserohres einen Elektromagnet angewandt, dessen Einwirkung auf den Lichtbogen eine ähnliche war, wie die des Blaserohres. Hiermit war nicht nur der Kerze von Jablochkoff und ähnlichen sondern auch jener von Jamin, vorgearbeitet.

Die Kerze von Jablochkoff besteht aus zwei parallelen Kohlenstäben. Fig. 298, die durch eine Schichte Pariser Gyps von einander isolirt sind. Die unteren Enden der Kohlenstäbe stecken in Messingröhrchen, gegen welche zwei Metallklemmen federnd drücken. Durch letztere erfolgt die Zuleitung des Stromes in die Kerze, die auf einer etwas durchscheinenden Platte befestigt ist. Um die Kerze anzünden zu können, befindet sich am oberen Ende der-

selben ein quer über beide Kohlenspitzen gelegtes Graphitplättchen, das durch eine überklebte Papierschlinge in seiner Lage erhalten wird. An Stelle dieser Verbindung beider Kohlenspitzen kann man die letzteren wohl auch durch einen Kohlenbrei, der erhärtet, verbinden. Beim Einschalten der Kerze in den Stromkreis geht der Strom von dem einen Kohlenstäbchen durch das Verbindungsstück an der Spitze zum zweiten und wieder zur Stromquelle zurück. Das Verbindungsstück wird glühend und bildet, nachdem es verdampft ist, zwischen beiden Kohlen den Voltabogen. Dieser bringt dann in dem Masse, als die Kohlen verbrennen, die isolirende Zwisehenschicht zum Schmelzen und Verdampfen. Da aber die positive Kohle beiläufig noch einmal so schnell verzehrt wird, als die negative, so musste erstere zur Erzielung eines gleichmässigen Abbrennens von doppelt so grossem Querschnitte als letztere genommen werden. Das Verhältnis ist jedoch kein genaues, die Kerzen brennen deshalb doch ungleichförmig und so sah man sich zur Anwendung von Wechselströmen genöthigt. Eine Kerze mit Kohlenstäbchen von 4 Millimeter Durchmesser und 220 bis 225 Millimeter Länge brennt beiläufig $1^1/_2$ Stunden und entwickelt eine Lichtstärke von 100 Carcelbrennern.

Die Societé Gramme in Paris beleuchtete mit 12 Jablochkoff-Kerzen die Fontaine im Centrum der Rotunde.

5. Lampen mit gegen einander geneigten Kohlen.

Schon im Jahre 1846 liess sich William Edward Staite verschiedene Lampenconstructionen patentiren, bei deren einer zwei Kohlenstäbe durch Metallrohre so geführt und durch Spiralfedern geschoben werden, dass sie unter einem stets gleich bleibenden Winkel auf einer Säule auftreffen, welche aus einem die Elektricität nicht leitenden und der hohen Temperatur des Voltabogens widerstehenden Materiale hergestellt ist. Da hierbei die beiden Kohlen, ohne ihre Neigung zu einander zu ändern, immer in derselben Höhe durch die Säule in der Vorwärtsbewegung gehemmt werden, muss auch die Entfernung der Kohlenspitzen von einander gleich bleiben, also der Lichtbogen eine constante Grösse beibehalten. Staite's Lampe wurde das Vorbild vieler nachher construirter Lampen, so z. B. jener von Gérard, Lescuyer, Hedges, Rapieff, Clerk u. s. w.

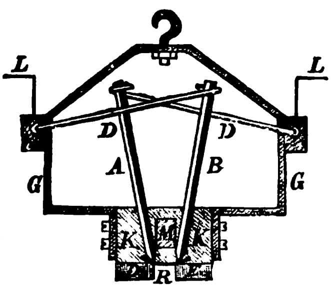


Fig. 299.

Auf der Ausstellung war nur eine derselben, nämlich die Sonnenlampe (lampe soleil) vertreten, welche im Gegensatze zu den andern schon mehrfach praktische Erfolge errungen hat.

Eines der ersteren Modelle ist in Fig. 299 schematisch dargestellt. Zwei Kohlen *A* und *B* werden in den Höhlungen eines Steinblockes, dessen Material ursprünglich Marmor war, geführt und sinken mit ihren Spitzen immer bis zur unten angebrachten Aushöhlung des Blockes vor. Der Steinblock wird durch ein Gehäuse *GG*, mit welchem er durch Schrauben verbunden ist, getragen. Im

Innern des Gehäuses werden die Kohlen durch Kupferdrähte *DD* geführt und diese dienen auch gleichzeitig zur Zuleitung des Stromes; die Leitungsdrähte *LL* vermitteln die Einschaltung der Lampe in einen Stromkreis. Das Anzünden der Lampe erfolgt mit Hilfe eines kleinen Stückes Kohle *R* gerade so wie bei der Jablochkoff-Kerze. Der Strom tritt durch die eine Kohle ein, geht durch das Stück *R* und verlässt durch die zweite Kohle die Lampe. *R* wird glühend, brennt ab und der Voltabogen zwischen den beiden Kohlenspitzen ist entstanden. Gleichzeitig wird der zwischen beiden Spitzen befindliche Theil des Marmorblockes glühend und verstärkt das Bogenlicht durch Incandescenz. In dem Masse als die Kohlen abbrennen, sinken sie auch durch ihr eigenes Gewicht nach. Später hielt man es für zweckmässig, den Steinblock aus mehreren Theilen in nachstehender Weise zusammenzusetzen. Man bildet die beiden Stücke *KK* aus Kreide, die Unterlage *DE* aus Granit und *M* aus einem Blocke weissen Marmors. Sämmtliche Theile werden durch das Gehäuse und Schrauben zusammengehalten. Diese Zusammensetzung des Blockes hatte den Vortheil, dass das Marmorstück, welches auch an der Lichterzeugung theilnimmt, und daher nach einer gewissen Zeit unbrauchbar wird, leicht durch ein neues Stück ersetzt werden kann, ohne dass gleichzeitig die übrigen Theile unbrauchbar werden.

Diese anfänglich etwas roh construirte Lampe machte nach und nach verschiedene Wandlungen durch, die nicht nur auf constructive Verbesserung der

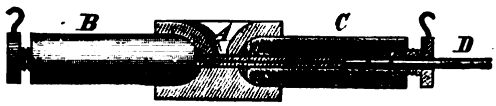


Fig. 300.

Lampe selbst abzielten, sondern auch das selbstthätige Wiederanzünden einer ausgegangenen Lampe und die Sicherstellung aller Lampen eines Stromkreises gegen Störungen in einer Lampe bezweckten. In dieser Weise gelangten die Ingenieure Street und Maquaire zu der gegenwärtig gebräuchlichen und nachstehend beschriebenen Construction.

Der prismatische Marmorblock, dessen Abmessungen nur 3, 4 und 5 *cm* betragen, ist mit glockenartigen Höhlungen versehen, die einander gegenüberliegen und zur Einführung der 20 *mm* starken Kohlenstäbe *B* und *C* (Fig. 300) dienen. Die beiden glockenartigen Aushöhlungen sind durch einen 5 *mm* weiten Canal mit einander verbunden. Dieser Canal öffnet sich nach einer Seite *A* (in der Figur nach oben) hin trichterförmig. Durch diesen Trichter sieht man, sobald der Strom von *A* nach *B* durch den engen Canal fliesst, den Voltabogen und der Trichter selbst dient gleichzeitig als Reflector. Die eine Kohle *C* ist der Länge nach durchbohrt, um einen dünnen Kohlenstabe *D*, dem Anzünder der Lampe, den Durchgang zu ermöglichen. Zur Erläuterung der Wirkungsweise der Lampe wird uns Fig. 301 dienen. Der Marmorblock ist in eine eiserne Büchse *ab* eingeschlossen, welche durch ein Charnier leicht geöffnet werden kann und an ihren beiden schmalen Seiten Röhren *cd* zur Aufnahme der Kohlen trägt. Durch diese beiden Röhren werden die Kohlen in die glockenförmigen Höhlungen des Marmorblockes eingeführt. Die Gegeneinander-

bewegung der Kohlen besorgen die Spiralen *ff*, indem sie die einen Arme der Winkelhebel *hh'* so zu drehen suchen, dass deren Enden gegen die freien Enden der Kohlen drücken, diese also gegen die Mitte der Lampe zu schieben trachten. Die Röhren *c* und *d* sind, um die Vorwärtsbewegung der Hebel zu ermöglichen, mit einer Längsspalte versehen. Die anderen Arme *kk* der Winkelhebel werden durch die Federn *ff* derart gedreht, dass sie mit den Anschlägen *m* oder *m'* in Contact kommen, sobald die durch den Hebel *h* oder *h'* vorgeschobene Kohle verzehrt ist; dies hat den Zweck, die Lampe aus dem Stromkreise auszuschalten, sobald eine oder beide ihrer Kohlen ausgebrannt sind. Wäre also z. B. die Kohle bei *a* verbraucht, so hat sich der Winkelhebel soweit gedreht, dass *k* und *m* in Contact kommen. Der durch die Polklemme *s* eintretende Strom gelangt in den Winkelhebel und durch diesen nicht mehr in die dazu gehörige Kohle, sondern nach *m*, von hier durch den Draht *l* zur zweiten Polklemme *s*, und fliesst zur nächsten Lampe weiter.

Das selbstthätige Anzünden wird in nachstehender Weise bewirkt. Der dünne Kohlenstab *D* (Fig. 300) ist an einer Metallstange *oo* (Fig. 301) befestigt,

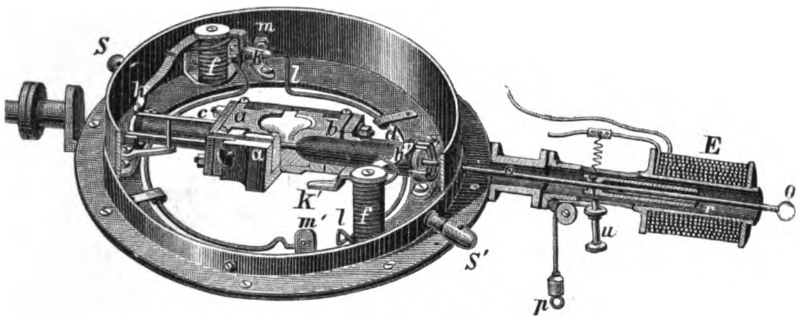


Fig. 301.

welche durch die Schraube *u* an die Eisenröhre *r* geklemmt wird. Ein kleines Gewicht *p* bewegt die Stange *o* mit ihren Kohlenstäbchen und der Röhre durch den engen Canal des Marmorblockes, bis das Stäbchen gegen die Kohle *B* (Fig. 300) anstösst. Die Röhre *r* ist von einem weiteren Rohre eingeschlossen, welches bei *E* ein Solenoid trägt, dessen Windungen vom Lampenstrome durchflossen werden, bevor dieser noch in die Lampe selbst gelangt. Der Metallstab *o* ist mit den Drahtwindungen des Solenoides durch eine Zweigleitung (bei der Schraube *u*) verbunden. Sobald nun der Strom die Drahtwindungen von *E* durchfliesst, zieht das Solenoid die Eisenröhre an und bewegt dadurch den Stab *o* mit seinem Kohlenstabe von der mit ihm in Berührung gestandenen Lampenkohle weg. Gleichzeitig geht aber durch die Zweigleitung ein Strom in die Stange *o*, das Kohlenstäbchen und zur gegenüberliegenden Lampenkohle, wodurch zwischen letzterer und dem Kohlenstäbchen ein kleiner Voltabogen gebildet wird. Ist dann das Kohlenstäbchen bei seiner Rückbewegung ganz in den Hohlraum der hohlen Lampenkohle hineingelangt, so ist hierdurch der Schluss des Hauptstromes zwischen den beiden Lampenkohlen hergestellt und der Voltabogen zwischen diesen gebildet. Diese Vorgänge spielen sich nicht nur beim ersten Anzünden der Lampe, sondern

natürlich auch dann ganz in derselben Weise ab, wenn die Lampe aus irgend einer Ursache erlöschen sollte.

Die Lampe kann sowohl mit Wechselströmen als auch mit gleichgerichteten Strömen betrieben werden und erzeugt ein sehr ruhiges Licht. Selbst ein sehr starkes Schwanken der Stromstärke bewirkt noch kein Erlöschen des Bogens, da der weissglühende Marmor den elektrischen Strom leitet und daher dieser schon längere Zeit sehr geschwächt oder ganz unterbrochen sein muss, bis die Abkühlung des Marmors so weit fortschreitet, dass die Lampe erlischt. Der Marmorblock dauert mindestens 15 Stunden und von den Kohlen verbrennen beiläufig 2 *mm* per Stab und Stunde. Die normale Länge der Kohlen beträgt 10 *cm*, doch können auch Kohlenstücke zur Verwendung kommen. Nach den Angaben der Ingenieure der Gesellschaft bedarf eine Lampe von 90 Carcelbrennern Lichtstärke eines Kraftaufwandes von $1^1/_2$ Pferdekraft, eine Lampe von 120 Carcelbrennern 2 Pferdekräften.

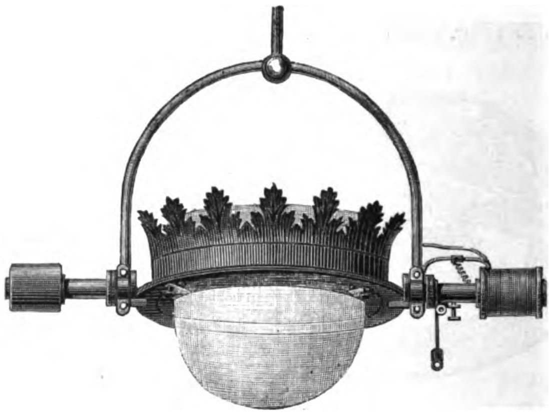


Fig. 302.

Fig. 302 zeigt eine vollständig montirte Lampe. Diese ist in zwei Zapfen drehbar aufgehängt und lässt sich durch diese in jede beliebige Lage drehen und in dieser feststellen, wodurch man es in der Hand hat, den Hauptlichteffect in jeder gewünschten Richtung zu erhalten. Die Construction der Lampe ermöglicht aber auch ihr Fungiren in umgekehrter Lage, d. h. mit nach aufwärts gewandtem Voltabogen.

Die Soleil-Lampe wurde von der Compagnie générale belge de lumière électrique in Brüssel ausgestellt und diente zur Beleuchtung in der Kunsthalle. Den Strom lieferte eine Wechselstrom-Maschine von Egger, Kremenezky & Co.

6. Transportable Beleuchtungsanlagen.

Viele praktische Anwendungen des elektrischen Lichtes erfordern transportable Vorrichtungen zur Erzeugung desselben. Hierher gehören nicht nur die Anwendungen für militärische Zwecke, sondern auch jene für dringende, auch bei

Nacht fortzusetzende Arbeiten, die durch Unglücksfälle, Naturereignisse u. dgl. nothwendig werden, also Herstellung zerstörter Strassen oder Bahnen, hierher gehören ferner die Beleuchtung der Strecke selbst auch bei normalem Betriebe,

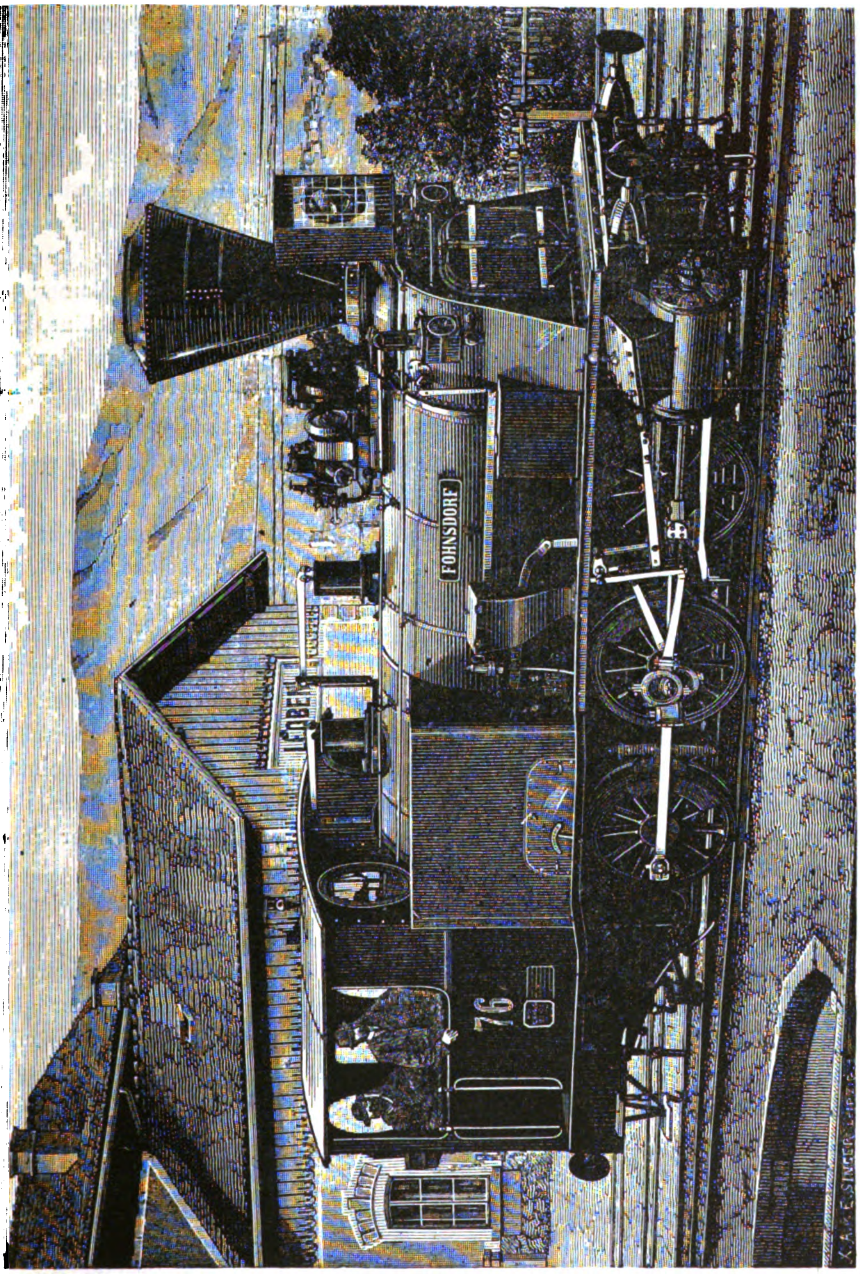


Fig. 303.

die Beleuchtung von Eisenbahnzügen und Schiffen und endlich tragbare Lampen. Auch in Bezug hierauf war die Ausstellung reichlich beschickt.

So hat sich zur Streckenbeleuchtung von der Locomotive aus die Locomotivlampe von Sedlaczek und Wikulill (S. 447) in vielen Probefahrten bereits bestens bewährt. Diese Lampe wird mit einem Reflector versehen, in eine Laterne, die am Schornstein der Locomotive befestigt ist, eingesetzt. Die Laterne ist vorne durch Glimmerplatten gegen den Luftzug geschützt und ein hinter den Glimmerplatten angebrachtes Gitter, aus einigen Eisenstäben bestehend, verleiht ersteren hinreichende Festigkeit. Die Laterne kann vom Standpunkte des Locomotivführers aus seitlich gedreht werden, um beim Befahren von Curven auch diese zu beleuchten Bei einer Lichtstärke von 4000 N. K. erhellt sie die Strecke 1 bis 2 Kilometer weit, lässt Signale auf sehr bedeutende Entfernungen vollkommen scharf und deutlich erkennen, beeinflusst die Farben der Signallichter absolut nicht und brennt trotz der heftigen Stösse, die sie auf der Locomotive erleiden muss, vollkommen ruhig. Den Strom für die Lampe liefert eine Schuckert'sche Flachringmaschine, welche von einer Dampfmaschine, System Abraham, in Bewegung gesetzt wird; letztere bezieht ihren Dampf aus dem Kessel der Locomotive und ist mit der Lichtmaschine durch directe Kuppelung verbunden. Die Lichtmaschine ist sammt der Dampfmaschine entweder hinter dem Schornsteine auf dem Dampfkessel der Locomotive oder auf dem Gestelle derselben montirt. Erstere Anordnung zeigt Fig. 303.

„Von grossem Vortheile,“ schreibt Oberingenieur M. Pollitzer in seinem Berichte über die Wiener elektrische Ausstellung, „ist eine solche Beleuchtungseinrichtung für Tunneluntersuchungen und deren Reparatur, für Truppeneinwaggonirungen zur Nachtzeit bei dringenden Nachtarbeiten auf und an der Bahn. bei Verkehrsstörungen und Hilfsfahrten etc., nebenbei ist dies die billigste elektrische Beleuchtungsart, welche bisher existirt, sie entbehrt die separate Dampferzeugung und deren gesetzlich vorgeschriebenen Maschinenwärter, weil hier der überschüssige Dampf der Locomotive und der Locomotivführer zur Verfügung stehen, ohne dass letzterer von seiner eigentlichen Bestimmung abgelenkt werden würde, da sich seine Arbeit nur auf die Einsetzung der Kohlenstäbe und Füllung der Schmiervasen beschränkt.“

Eine Garnitur für elektrische, stationäre Locomotiv- und Schiffs-Beleuchtung für 2000 Kerzen war auch von R. Stummer v. Traunfels und J. Krämer in Wien ausgestellt und betrieben. Sie bestand aus einem Rotationsmotor, Patent König, einer dynamo-elektrischen Maschine, welche zusammen auf einer gemeinsamen Grundplatte montirt sind und aus einer elektrischen Bogenlampe mit Reflector, Patent Eder. Nähere Angaben hierüber konnten von den Ausstellern nicht erhalten werden.

Auch Versuche, um die Wagen eines Zuges elektrisch zu beleuchten, sind schon sehr häufig und in verschiedener Art durchgeführt worden. In der Ausstellung war ein für Zugsbeleuchtung eingerichteter Wagen der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft in Wien zu sehen. Der Wagen war mit einer Maschine von Egger, Kremenezky & Co. und Accumulatoren System de Calo ausgerüstet. Die Maschine war unter Einschaltung eines Vorgeleges mit einer auf der Radaxe der Waggons aufgekeilten Riemenscheibe verbunden. Die Einschaltung dieses Vorgeleges ist deshalb erfolgt, dass nicht alle Horizontal- und

Verticalbewegungen der Radachse unmittelbar auf die dynamo-elektrische Maschine übertragen werden. Die Anwendung der Accumulatoren neben der Maschine ist durch den Umstand geboten, dass der Zug mit ungleichmässiger Geschwindigkeit fährt und daher auch die Radaxe verschieden schnell rotirt. Die Verwendungsweise der Maschine und der Accumulatoren ist folgende: Erlangt erstere das Maximum ihrer Tourenzahl, so ist nur ein Theil des von ihr erzeugten Stromes zur Speisung der Lampen (System Swan à 8 N. K.) erforderlich, der Ueberschuss dient zum Laden der Accumulatoren. Sinkt die Rotationsgeschwindigkeit auf ein Minimum, so müssen die Lampen ausschliesslich durch den Strom der Accumulatoren gespeist werden und gleichzeitig muss die Verbindung zwischen Accumulatoren und Maschine unterbrochen sein, weil sonst der Accumulatorenstrom in die Maschine gelangen würde. Bei mittlerer Geschwindigkeit des Zuges liefert die Maschine den Strom zur Speisung der Lampen und wird darin durch eine grössere oder geringere Anzahl von Accumulatoren unterstützt. Das Umpolarisiren der Maschine durch Accumulatorenströme ist durch Anordnung zweier von einander getrennten Stromkreise in der Maschine unmöglich gemacht.

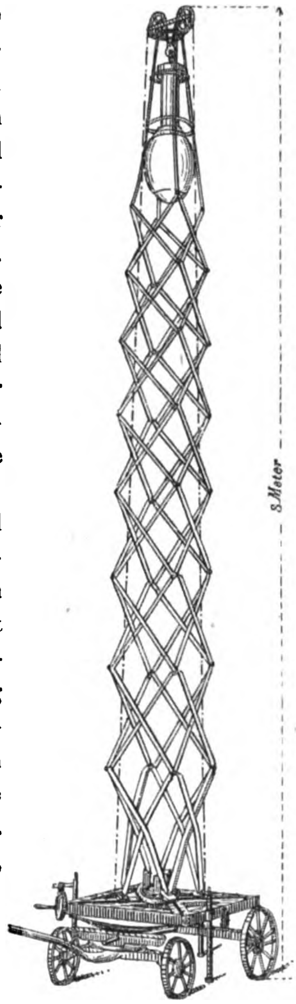


Fig. 504.

Die Aus- und Einschaltung der Maschine und der Accumulatoren in den Stromkreis der parallel geschalteten Lampen erfolgt automatisch durch einen von de Calo construirten Regulator.*) Die Armaturachse ist nämlich durch Zahnräder mit einem gewöhnlichen Centrifugalregulator verbunden, welcher seiner Bewegung entsprechend verschiedene Contacte herstellt oder unterbricht. Die mit dieser Beleuchtungsanlage ausgeführten Versuche ergaben, dass sich bei glatter Fahrt die Beleuchtung mit Glühlicht ganz gut durchführen lässt. Nicht aber gelang es bei einer Fahrt über den Semmering, alle Schwierigkeiten zu überwinden.**)

Fahrbare Beleuchtungseinrichtungen für militärische Zwecke und überhaupt für nächtliche Arbeiten jeder Art im Freien waren aussgestellt von Sautter, Lemonier & Co. und vom französischen Kriegsministerium (vgl. S. 71), sowie auch von Schuckert und Mesthaler & Co.

Bei Mesthaler ist auf einem vierrädrigen Gestelle eine von der letztgenannten Firma gebaute Dampfmaschine angebracht, die einer Schuckert'schen Flach-

*) Eine Verbesserung des Regulators ist in der Zeitschr. d. elektrotechn. Vereines in Wien. 1883 pag. 89 angegeben.

**) Nähere Angaben und Berechnungen findet man in der Berliner elektrotechnischen Zeitschr. 1883 pag. 333.

ringmaschine zum directen Antrieb dient. Die Lampe, System **Piette & Křižik**, hingegen befindet sich auf einem separatem Wägelchen in einem eigenartigen Gestelle befestigt. Dieses bildet nämlich eine vierseitige Pyramide, deren Seitenflächen aus scheerenförmig gekreuzten Eisenstäben bestehen. Letztere sind an ihren Kreuzungsstellen und an ihren Enden, welche die vier Seitenkanten der Pyramide bilden, drehbar mit einander verbunden. Jede Seitenfläche bildet also eine Art venetianischer Blumenscheere, die zusammengeschoben ist, wenn der Wagen transportirt werden soll, und geöffnet wird, wenn die Lampe in Thätigkeit zu treten hat (Fig. 304); das Heben der Lampe, also Oeffnen der Scheere, wird einfach mit Hilfe eines Zahnradgetriebes und einer Schraube bewirkt. Beim Gebrauche hängt die Lampe an Seilen, welche über am oberen Ende des Gestelles angebrachte Rollen laufen, während des Transportes ruht sie in einer in der Mitte des Wagens angebrachten cylindrischen Fassung. Das Heben der Lampe (bis beiläufig 8 *m*) erfordert nicht mehr Zeit als 5 Minuten. Bei einem gelegentlich der Münchener Ausstellung ausgeführten Versuche war der ganze Beleuchtungsapparat bereits 20 Minuten nach der Ankunft desselben auf dem Versuchsplatze in voller Thätigkeit.

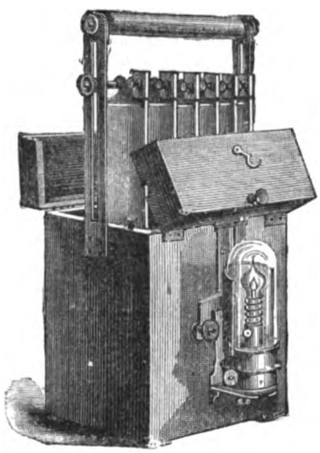


Fig. 305.

Es kommen aber auch Fälle häufig vor, wo man keines so grossen kräftigen Lichtes bedarf, sondern nur eines Lichtes von geringer Leuchtkraft, wobei aber an das Licht die Anforderung gestellt wird, dass es in einem kleinen vollkommen luftdicht abgeschlossenen Raume leuchten kann. Solche Lichter können z. B. sehr gute Dienste leisten, in Räumen, welche explosible oder auch nur leicht entzündliche Stoffe enthalten, wie etwa Magazine für Sprengstoffe, Spiritus, Aether u. s. w. Solcher Lichter bedarf man auch in Kohlengruben, zu den Minenrettungsapparaten u. dgl.

Hierher gehört die durch eine sehr compendiöse Anordnung sich auszeichnende tragbare Lampe von **Puluj**, die in Fig. 305 dargestellt ist. Sie besteht aus einem kleinen Holz- oder Ebonit-Kasten von 20 *cm* Breite und 25 *cm* Höhe, in welchem 6 Daniell-Elemente mit möglichster Raumausnützung angebracht sind. Um den inneren Widerstand der Elemente zu vermindern, werden die Thonzellen durch Leinwandsäcke ersetzt. Die Zinke können, wenn die Lampe nicht benützt wird, aus der Schwefelsäure herausgehoben und an einer unterhalb des Tragbügels befestigten Eisenstange aufgehängt werden. An der Vorderwand des Kastens ist in einer einfachen Metallfassung eine Glühlichtlampe eingesetzt, welche zum Schutze gegen Verletzung von einem starken Glascylinder umhüllt wird. Zur Concentrirung des Lichtes kann hinter der Lampe ein kleiner Metallreflector angebracht werden. Die Lampe entwickelt eine Leuchtkraft von 6—7 N. K. und hat beim kleinsten Batteriemodelle eine Brenndauer von 6—7 Stunden; dieses Modell wiegt im gefüllten Zustande 7 *kg*. Puluj's Lampe ist für viele der oben angedeuteten Zwecke jedenfalls zu empfehlen, eignet sich jedoch

speciell für Minenrettungsapparate nicht, weil einerseits ein zufälliges Umwerfen des Kastens wegen des Ausfliessens der Batterieflüssigkeiten der Thätigkeit der Lampe sofort ein Ziel setzt und andererseits das Füllen und Instandsetzen der Batterie wegen ihrer gedrängten Anordnung nicht nur verhältnismässig viel Zeit, sondern auch eine geübte Hand erfordert.

Für diese Zwecke und auch für Taucher dürfte sich die von F. Wächter angegebene Anordnung am Besten eignen und auch am verlässlichsten sein. Die Minenrettungsapparate haben den Zweck, kurz nach stattgehabter Explosion den Eintritt in Minen zu ermöglichen, sei es, um etwa durch die Explosionsgase betäubte Arbeiter herauszuholen, sei es wegen der Widerherstellung eingestürzter Theile. Da hierbei die Minengänge mit unathembaren Gasen gefüllt sind, muss der in die Minen Eintretende mit einem Athmungsapparate und mit einer Lampe versehen sein, welche in diesen Räumen brennen kann. Bis vor kurzer Zeit wurden Petroleumlampen, ausgerüstet mit einem Luftreservoir, welches der Mineur



Fig. 306.

mittragen musste, verwendet. Dies brachte verschiedene Uebelstände mit sich. Das Luftreservoir erfordert zu seiner Füllung auf etwa 25 Atmosphären-Druck eine beiläufig halbstündige Arbeit von vier Mann und dann brennt die Lampe, wenn sie geschickt behandelt wird, ca. eine halbe Stunde. Bei ungeschickter Behandlung kann leicht ein Verlöschen der Lampe eintreten. Dies zu vermeiden, versuchte man die Speisung der Lampe durch denselben Luftzuführungschlauch, durch welchen die ausserhalb des Minenganges aufgestellte Luftpumpe die nothwendige Luft herbeischafft. Bei dieser Art der Luftführung erhält jedoch entweder der Mineur zu viel Luft in seine Lungen oder die Lampe zu wenig, und überdies zuckt dann die Flamme bei jedem Athemzuge, was eine schlechte Beleuchtung bewirkt.

Diese Erwägungen veranlassten Wächter zur Construction des in Fig. 306 abgebildeten, von ihm in nachstehender Weise beschriebenen Apparates. „Der

zur rechten Seite des Soldaten befindliche Cylinder mit Handhabe stellt den Blasebalg dar, durch welchen die zum Athmen erforderliche Luft zugepumpt wird. Von dem Blasebalg führt ein dicker Kautschukschlauch, dessen Länge bis zu 100 *m* und darüber genommen werden kann, zu dem Leibriemen des Mineurs, von wo ein dünnerer Schlauch über den Rücken des Mannes bis zum Mundverschlusse geleitet ist. Die kleine elektrische Lampe hält der Soldat in seiner rechten Hand. Die Lampe ist in einem starkwandigen Glascylinder mit Metallfassung eingeschlossen und kann mittelst eines Häkchens auch an den Leibriemen des Mineurs oder eventuell in ein Knopfloch eingehängt werden. Da das Gewicht der Lampe nur 300 *g* beträgt, so wird der Mineur oder Taucher hierdurch in keiner Weise belästigt, und hat beide Hände zur Arbeit frei. Eine kurze einerseits an dem Leibriemen, andererseits an dem Gehäuse der Lampe befestigte Seidenschnur mit doppelter Metallader ermöglicht die freie Bewegung der Lampe. Die Zuführung des elektrischen Stromes geschieht durch zwei isolirte Kupferdrähte, welche innerhalb der äusseren Leinwandumhüllung des Athmungsschlauches geführt sind. Um dem Mineur zu ermöglichen. Signale nach Aussen zu geben, womit er anzeigen kann, ob er bei dem jeweiligen Tempo des Luftpumpens nicht zu viel oder zu wenig Luft zum Athmen erhält (was ich für sehr wichtig erachte), ist ferner an dem Gürtel des Mannes ein Taster angebracht. Sobald auf denselben gedrückt wird, ertönt ein elektrisches Läutewerk *L*, welches an dem Kasten *B* der galvanischen Batterie (oder an der kleinen Handmaschine), welche sich wie aus der Figur zur ersehen, neben der Luftpumpe befindet, angebracht ist. Ebenso gibt dies Läutewerk automatisch ein sehr energisches Allarmsignal, wenn durch irgendwelchen Zufall die Lampe des Mineurs erlöschen oder zerbrechen sollte, und es kann die Glocke nicht früher zur Ruhe gebracht werden, bevor die entstandene Störung nicht vollkommen behoben ist."

Der Apparat war vom k. k. Reichskriegs-Ministerium durch das k. k. technische und administrative Militär-Comité in Wien zur Ausstellung gebracht.

III. Das elektrische Licht und die Gasbeleuchtung.

Seit langem schon wird das Verhältnis, in welchem diese beiden Beleuchtungsarten zu einander stehen, lebhaft besprochen. Aus diesem Grunde dürfte es sich empfehlen, auch an dieser Stelle darauf einzugehen und den gegenwärtigen Stand des diesfalls entbrannten Kampfes in Kürze zu schildern. Dies veranlasste den Berichterstatter, einen Auszug des betreffenden Abschnittes aus seinem jüngst erschienenen Werke „Die Elektricität im Dienste der Menschheit" nachstehend wieder zu geben.

An Lichtfülle übertrifft das elektrische Licht nicht nur das Gaslicht, sondern überhaupt alle uns gegenwärtig bekannten und im Gebrauch stehenden Beleuchtungsmittel, sein Glanz und die Reinheit der Farbe wetteifern mit dem Sonnenlichte. Zwar wird häufig behauptet, das elektrische Licht erscheine bläu-

lich, bewirke mehr den Effect einer Mondbeleuchtung und entbehre des warmen Tones einer Gasbeleuchtung, dies ist aber nicht ganz begründet.

Man hat das Licht der Sonne, das Gas- und das elektrische Licht sorgfältig auf spectralanalytischem Wege untersucht und dabei gefunden, dass das Gaslicht reicher an rothen Strahlen ist als das Sonnenlicht, letzteres jedoch mehr violette Strahlen enthält als das erstere; sowie endlich, dass das Gaslicht reicher an rothen und ärmer an violetten Strahlen ist, als das elektrische Licht. Man fand aber auch, dass das Sonnenlicht im Grün und Blau heller leuchtet als das elektrische Licht, letzteres aber im Roth und Violett überwiegen kann. Daraus erhellt, dass das elektrische Licht im Vergleiche zum Sonnenlichte noch immer gelblich oder röthlich erscheinen muss, was man auch in der That beobachten kann, wenn gleichzeitig eine Fläche zum Theile vom elektrischen Lichte, zum Theile von der Sonne beleuchtet ist. Die Farbe des elektrischen Lichtes ist daher jener des Gaslichtes entschieden vorzuziehen und nur die Gewohnheit von Jugend auf abends alles im röthlichem Lichte zu sehen, lässt uns die elektrische Beleuchtung kalt und unnatürlich erscheinen. Sollte es denn natürlicher sein, dass Grün und Blau bei Gasbeleuchtung betrachtet, so sehr denselben Eindruck auf unser Auge machen, dass diese beiden Farben häufig gar nicht zu unterscheiden sind, als dass wir beide Farben wohl erkennen, wie dies bei elektrischer Beleuchtung der Fall ist? Es ist aber nicht blos a n g e n e h m, die Gegenstände in ihren natürlichen Farben zu sehen, sondern in vielen Fällen u n b e d i n g t n o t h w e n d i g. So können z. B. Spinnereien, Webereien und Buntdruckereien gewisse Arbeiten nur bei Tageslicht machen, da die bisher üblichen Beleuchtungsarten die Unterscheidung gewisser Farben und Farbennüancen nicht gestatten. Gegen diese Uebelstände schafft die elektrische Beleuchtung Abhilfe. Trotzdem aber das elektrische Licht im Vergleiche zum Lichte der Sonne röthlich erscheint, enthält es immerhin noch mehr violette Strahlen als das Gaslicht. Diese Eigenschaft befähigt das elektrische Licht zur Anwendung in photographischen Anstalten, in welchen das Gaslicht ganz unbrauchbar ist.

Unbestreitbar sind die Vorzüge des elektrischen Lichtes gegenüber dem Gaslichte in h y g i e n i s c h e r B e z i e h u n g. Ist nicht jedermann die Ueberhitzung geschlossener Räume durch Gasflammen bekannt? Zu wie vielen Erkrankungen legt der Austritt aus dem heissen Theaterlocale in die kalte Winterluft den Grund! Ball- und Concertsäle, Gast- und Kaffeehauslocale sind ebenfalls hiervon nicht ausgenommen. Das Gas und überhaupt alle anderen Beleuchtungsmittel mit Ausnahme der elektrischen Beleuchtung erhöhen aber nicht nur die Temperatur sehr bedeutend, sondern veranlassen auch ein rasches Verderben der Luft. Indem sie Brennmateriale verzehren, verbrauchen sie den Sauerstoff der Luft und produciren dafür bedeutende Mengen unathembarer Gase, von welchen die Kohlensäure die weitaus überwiegende Menge bildet.*) F. F i s c h e r hat den

*) Die hieraus resultirende, schädliche Einwirkung des Gaslichtes auf die Luft in geschlossenen Räumen ergibt sich auch aus nachstehendem Beispiele: 6 elektrische Lampen erzeugen durch Verbrennung ihrer Kohlenstäbe 0·6—0·10 m^3 Kohlensäure, Gasflammen von derselben Lichtintensität ca. 47 m^3. Zur Herbeischaffung des hierzu nothwendigen Sauerstoffes und Erhaltung einer halbwegs erträglichen Temperatur müssten in diesem Falle beiläufig 79 m^3 frische Luft per Minute herbeigeschafft werden.

Kraft-, beziehungsweise Stoffverbrauch und die hiermit verbundene Wärme- und Kohlensäureentwicklung für 16 verschiedene Beleuchtungsarten sehr eingehend studirt; in nachstehender Tabelle ist ein Theil der hierbei erzielten Resultate zusammengestellt.

Für die stündliche Erzeugung von 100 Kerzen sind erforderlich		Dabei wurden entwickelt		
Beleuchtungsart	Menge	Wasser kg	Kohlensäure m^3 bei 0°	Wärme Calorien
Elektrisches Bogenlicht . .	0·09—25 HP	wurde nicht bestimmt		57—158
„ Glühlicht . . .	0·46—0·85 „	0	0	290—536
Leuchtgas, Siemens Regenerativbrenner	0·35—0·56 m^3	—	—*)	ca. 1500
Leuchtgas, Argandbrenner .	0·8 m^3 (—2)	0·86	0·46	4860
„ Zweilochbrenner	2 m^3 (—8)	2·14	1·14	12150
Erdöl, grosser Rundbrenner	0·28 kg	0·37	0·44	3360
„ kleiner Flachbrenner	0·60 „	0·80	0·95	7200
Rüböl, Carcellampe	0·43 „	0·52	0·61	4200
„ Studirlampe	0·70 „	0·85	1·00	6800
Wachs	0·77 „	0·88	1·18	7960
Stearin	0·92 „	1·04	1·30	8940
Talg	1·00 „	1·05	1·45	9700

Als im kgl. Residenztheater zu München das elektrische Licht und zwar Edison-Glühlichtlampen installirt waren, wurde M. v. Pettenkofer aufgefordert, vergleichende Versuche zwischen der Glühlicht- und Gasbeleuchtung vom hygienischen Standpunkte aus vorzunehmen. Diese erstreckten sich auf die Feststellung des Kohlensäuregehaltes und die Erhöhung der Temperatur bei vollem und leerem Hause und ergaben mit voller Sicherheit folgende 2 Sätze: 1. dass die elektrische Beleuchtung im hohen Grade die Ueberhitzung der Luft im Theater verhindert, und 2. dass sie allerdings an und für sich nicht im Stande ist, die Ventilation des Theaters entbehrlich zu machen, dass sie aber eine geringere Ventilation desselben erfordert als die Gasbeleuchtung, bei welcher die Ventilation nicht nur gegen die Luftverderbnis durch Menschen, sondern auch gegen Hitze und Verbrennungsproducte der Flamme gerichtet werden muss, während sie es bei elektrischer Beleuchtung nur mit dem Athem und der Hautausdünstung der Menschen und deren Folgen zu thun hat. Es ergab sich, dass bei leerem Hause die Differenz in der Temperaturerhöhung im obersten Range bei Gasbeleuchtung zehnmal (9·2 zu 0·9) grösser ist als bei elektrischer Beleuchtung. In den unteren Räumen des Hauses werden die Differenzen selbstverständlich kleiner. Auch bei besetztem Hause beträgt die Differenz noch 6° C. Bei der elektrischen Beleuchtung war die Temperatur im III. Range nicht einmal so hoch wie bei der Gasbeleuchtung schon im I. Range, während überdies noch bei den Versuchen mit Leuchtgas die Temperatur im Freien niedriger war als bei jenen

*) Die Verbrennungsgase werden bei den Siemens'schen Regenerativbrennern abgeleitet.

mit elektrischem Lichte. Der Kohlensäuregehalt nahm bei leerem Hause in der nachstehend angegebenen Weise zu:

	Bei der Gasbeleuchtung		bei elektrischer Beleuchtung
	nach 1/2 Stunde	nach 1 Stunde	nach 1 Stunde
im Parquet	0·5	0·6	0·5
„ I. Range	1·1	1·0	0·5
„ III. „	1·4	2·0	0·6

Bei beiden Beleuchtungsarten betrug der Kohlensäuregehalt der Luft im Zuschauerraume zu Anfang des Versuches 0·4 pro Mille.

Ein weiterer Vortheil des elektrischen Lichtes ist die Erhöhung der Sehschärfe überhaupt. So fand der Augenartzt Dr. Happe, dass, wenn man die Sehschärfe bei Tageslicht gleich 1 setzt, dieselbe bei Gaslicht auf 0·5 – 0·7 sinkt, bei elektrischem Lichte auf 1·2—1·5 steigt. Auch wurde die Sehschärfe für einzelne Farben untersucht und als Gesammtresultat gefunden, dass die Sehschärfe bei elektrischer Beleuchtung durchweg erhöht wird, dass das Roth viel weiter noch als Roth, das Grün als Grün empfunden wird, dass das Blau in bedeutend grösserer Entfernung sichtbar wird, der Sinn für die Empfindung des gelben Lichtes verdoppelt, verdreifacht, ja selbst versechsfacht werden könne, wenn an Stelle des Tageslichtes die elektrische Beleuchtung tritt. Auch dieser Umstand ist für die Praxis von Belang, da durch das bessere Sehen ein rascheres und besseres Arbeiten erzielt wird. Sehr gesundheitsschädlich wirkt die strahlende Wärme des Leuchtgases, indem sie die Augen austrocknet und Blutandrang nach dem Kopfe veranlasst. Prof. Cohn fand, dass ein berusstes Thermometer, welches 10*cm* von einer Gasflamme (zu 20 N. K.) entfernt aufgehängt wurde, bei 14° Zimmertemperatur in 10 Minuten um 23·5° gestiegen war, während es in derselben Stellung zu einer Edison-Glühlichtlampe (à 20 N. K.) in derselben Zeit nur um 12·8° stieg. An dem Ueberhandnehmen der Kurzsichtigkeit trägt ausser dem Arbeiten bei ungenügender Helligkeit auch die Inconstanz der Beleuchtung schuld. Es ist jedermann bekannt, dass offene Flammen, wie sie z. B. bei der Gasbeleuchtung ganz allgemein verwendet werden, keine Secunde ruhig brennen, sondern vielmehr ununterbrochen in Bewegung sind.

Die Anwendung des Leuchtgases bringt aber auch anderweitige Gefahren mit sich; so sind dies die Explosionsgefahr und die Möglichkeit einer Vergiftung durch Ausströmen aus undichten Stellen, Offenlassen eines Hahnes etc. Schon ein Gehalt von 2—3% Leuchtgas in der Luft verursacht bei längerer Einathmung den Tod. Layet hat in der Sectionssitzung des internationalen Congresses für Hygienie zu Turin ein sehr düsteres Bild von dem nachtheiligen Einflusse der Gasbeleuchtung auf die Gesundheit entworfen und den Wunsch ausgesprochen, dass das elektrische Licht baldmöglichst die Gasbeleuchtung verdrängen möge. Die schädliche Einwirkung der Verbrennungsproducte des Leuchtgases macht sich aber nicht nur auf die Gesundheit der Menschen geltend,

sondern übt auch auf Gegenstände einen ungünstigen Einfluss aus. Das Verfärben oder Schwarzwerden der Gemälde, das Mattwerden der Metallverzierungen ist ebenfalls der Einwirkung der Verbrennungsproducte des Gases zuzuschreiben und wird bei Benützung der elektrischen Beleuchtung vermieden.

In welch' hohem Grade die Feuergefährlichkeit durch Einführung des Leuchtgases gesteigert wird, braucht nicht erst hervorgehoben zu werden: die namentlich in den letzten Jahren in erschreckender Weise sich mehrenden Theaterbrände geben einen nur zu deutlichen Beweis hiefür. Diese Gefahr ist wesentlich vermindert durch Anwendung des elektrischen Lichtes in der Form des Voltabogens, ganz ausgeschlossen, wenn man sich der Glühlichtlampen, wie sie Edison, Swan, Maxim u. a. construirten, bedient.

Hingegen ist nicht zu leugnen, dass das elektrische Licht auch Nachtheile mit sich bringt, von welchen die Gasbeleuchtung frei ist. Es wurde bereits weiter oben betont, dass die Theilung des elektrischen Lichtes auf Schwierigkeiten stösst, welche die Gasbeleuchtung nicht kennt. Das von einer Erzeugungsstelle gelieferte Gas kann in ganz beliebig vielen und an beliebigen Orten befindlichen Brennern verbrannt werden, ohne dass durch diese Vertheilung des Gases ein Verlust herbeigeführt würde. Der Verlust durch undichte Stellen kommt hier nicht in Betracht, da er nicht Folge der Theilung überhaupt, sondern Folge einer ungenügend hergestellten Leitung ist, und ähnliche Verluste auch bei der Leitung elektrischer Ströme eintreten. Anders verhält es sich beim elektrischen Lichte; wird auch die Leitung noch so sorgfältig hergestellt, so bringt doch die Theilung selbst einen desto grösseren Kraftverlust mit sich, je weiter man sie treibt. Gegenwärtig befindet sich die elektrische Beleuchtung gegenüber der Gasbeleuchtung allerdings noch in einer viel ungünstigeren Lage: denn während das Leuchtgas in grossen Centralstationen erzeugt und von hier aus Tausenden von Consumenten zugeführt wird, ist die Ausdehnung elektrischer Beleuchtungsanlagen meist noch eine sehr beschränkte; im Grossen erzeugte Producte sind aber immer billiger als solche, die in geringer Menge erzeugt werden. Der Arbeitsverlust bei der Theilung des elektrischen Lichtes wird daher wesentlich an Bedeutung verlieren, sobald auch für die Erzeugung elektrischer Ströme grosse Centralstationen ins Leben treten.

Es wurde gesagt, dass durch Anwendung der elektrischen Beleuchtung die Feuersgefahr wesentlich vermindert oder auch ganz ausgeschlossen werde. Dem ist allerdings noch hinzuzufügen: wenn die Anlage tadellos ausgeführt wird. Ist dies aber nicht der Fall, dann können allerdings Lampen (mit Voltabogen oder frei brennendem Glühlichte) und Leitungen Ursache eines Brandes werden. So lange die elektrischen Ströme durch hinreichend gute und genügend isolirte Leiter fliessen, sind sie absolut ungefährlich, gehen sie aber durch solche von nicht ausreichender Leitungfähigkeit, so können sie Glüherscheinungen bewirken, die unter Umständen Anlass zu einem Brande werden. Dies kann eintreten, wenn z. B. ein kurzer Stromschluss dadurch entsteht, dass die Zu- und Ableitungen, durch Metallstaub, dünne Drähte, mit Salzen imprägnirtes oder nasses Holz theilweise mit einander in leitende Verbindung gesetzt werden; dann erwärmen sich diese unzureichenden Leitungen und können sich bis zur Verbren-

nung erhitzen. In den Lampen mit Voltabogen kann durch ein übermässiges Anwachsen des Stromes der Fall eintreten, dass der Strom nicht zwischen beiden Kohlen, sondern zwischen Metalltheilen übergeht und diese zum Schmelzen bringt. Abschmelzendes Metall und etwa abspringende glühende Kohlentheile können Feuersgefahr verursachen. Wenn trotzdem früher die geringe Feuersgefahr als ein Vortheil der elektrischen Beleuchtung angegeben wurde, so liegt der Grund darin, dass alle hier erwähnten Gefahren nicht durch den Betrieb selbst, sondern durch die fehlerhafte Herstellung der Anlage herbeigeführt werden; dass ferner diese Gefahren nicht ständige sind, wie bei den leichtbeweglichen Gasflammen, sondern nur ausnahmsweise eintreten können, und endlich darin, dass eine tadellose Herstellung der Anlage viel leichter zu erreichen und zu controliren ist, als ein tadelloser Betrieb. Erstere ruht ja in den Händen von Fachmännern, während letzterer gewöhnlich den Händen untergeordneter Personen anvertraut werden muss.

Die Anwendung des elektrischen Lichtes kann auch durch die physiologische Wirkung der elektrischen Ströme gefährlich werden. Dieser Fall tritt jedoch nur dann ein, wenn man sich hochgespannter Ströme bedient. Es sind leider schon mehrere Fälle bekannt geworden, in welchen Personen durch Zufall oder Unvorsichtigkeit mit den Leitungsdrähten in Berührung kamen und hierdurch augenblicklich getödtet wurden. Da derlei ernste Gefahren nur durch Anwendung hochgespannter Ströme hervorgerufen werden, sollte man von diesen nur im Nothfalle Anwendung machen und dann auf eine äusserst sorgfältige Isolirung der Leitungsdrähte und Klemmen strenge sehen.

Fassen wir nun alle Vor- und Nachtheile, welche sich für das elektrische Licht und jene, welche sich für die Gasbeleuchtung ergeben, zusammen, so gelangen wir zu folgender Parallele: Bei Erzeugung grosser, mächtiger Lichter, der Herstellung möglichst grosser Lichtintensität auf möglichst geringem Raume ist das elektrische Licht dem Gaslichte nicht nur vorzuziehen, sondern überhaupt die einzig mögliche Art, den angestrebten Zweck zu erreichen. Soll die Beleuchtung durch viele, aber kleine Lichter erfolgen, so hat das Gaslicht gegenüber dem elektrischen Lichte den Vortheil voraus, dass es leicht, beliebig und ohne Lichtverlust getheilt werden kann. Hingegen besitzt das elektrische Licht den Vorzug, die Gegenstände alle in ihren natürlichen Farben sehen zu lassen, während beim Gaslichte gewisse Farben gar nicht zu erkennen sind, andere aber geändert erscheinen. Wo es auf chemische Wirkung des Lichtes ankommt, ist das Gas ganz unverwendbar.

In geschlossenen Räumen wird durch das elektrische Licht die Luft kaum merkbar erwärmt und in ihrer Zusammensetzung nahezu nicht geändert (bei Anwendung geschlossener Lampen gar nicht); Zersetzungsproducte, welche der Gesundheit schädlich sind, oder auf Gemälde, Decorationen, Metallverzierung etc. zerstörend einwirken, können nicht entstehen. Das Gaslicht erhöht die Temperatur oft zu einer unerträglichen Hitze, welche selbst ausgiebige Ventilationsanlagen nicht immer vollständig zu beseitigen vermögen. Ausserdem entstehen bei der Gasbeleuchtung irrespirable und zum Theile auch giftige Gase in grosser Menge; die Gasbeleuchtung verschlechtert daher die Luft nicht nur durch grossen Sauer-

stoffverbrauch, sondern auch durch die Erzeugung dieser Gase (Kohlensäure, Kohlenoxyd, Schwefeldioxyd etc.)

Mit der Gasbeleuchtung ist die Gefahr der Explosion, Erstickung und auch die Feuergefährlichkeit verbunden. Bei der elektrischen Beleuchtung existiren die ersteren überhaupt nicht und die letztere in weitaus geringerem Grade; sie ist gar nicht vorhanden, wenn für eine tadellose Herstellung und hinreichende Controle gesorgt wird.

Man macht dem elektrischen Lichte auch den Vorwurf der Unsicherheit des Betriebes. Dieser Vorwurf kann aber heutzutage kaum mehr als begründet angesehen werden, wenigstens dann nicht, wenn bei der Herstellung der Anlage alle jene Vorsichten angewendet werden, deren Kenntnis man von einem Fachmanne fordern muss. Uebrigens ist ja auch die Gasbeleuchtung nicht so absolut verlässlich; wie oft springt ein Rohr, wie häufig erlöschen sämmtliche Flammen eines Locales in Folge fehlerhafter Function der Gasuhr, wie oft ist das Gas „eingefroren“! Ferner tadelt man am elektrischen Lichte das häufige Zucken und Wechseln der Lichtintensität. Von diesem Fehler sind jedoch auch die Gasflammen nicht frei zu sprechen. Man beobachte nur einmal in irgend einem Locale oder gar auf der Strasse die einzelnen Flammen und man wird sie kaum eine Secunde ruhig brennen sehen. Selbst die mit Glascylinder versehenen Rundbrenner sind hiervon nicht ganz auszunehmen. Allerdings ist das Schwanken der Lichtintensität beim Gaslichte nicht so störend wie beim elektrischen Lichte, da die Schwankungen beim letzteren in Folge seiner bedeutend grösseren Intensität innerhalb viel weiterer Grenzen erfolgen, als beim Gaslicht. Diesem Uebelstande kann aber durch Anwendung der Glühlichtlampen, oder solcher Bogenlampen, die derlei Schwankungen nicht zeigen, abgeholfen werden; dass es deren gibt, haben die Ausstellungen für Elektricität bewiesen.

Von hoher Wichtigkeit für den Vergleich beider Beleuchtungsarten ist die Erwägung der Installations- und Betriebskosten. Doch lässt sich darüber im Allgemeinen nicht viel sagen. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Elektricität, wie bereits bemerkt, im „Kleinen“, wenn der Ausdruck hier gestattet ist, das Leuchtgas aber zur Versorgung ganzer Städte oder Stadttheile in der Fabrik erzeugt wird. Der Vergleich der Kosten wird deshalb auch unter sonst gleichen Umständen immer anders ausfallen, wenn die Grösse der elektrischen Beleuchtungsanlage eine andere wird; er wird anders ausfallen, wenn Glühlichtlampen angewandt werden und anders, wenn Bogenlichter zur Benützung gelangen; anders wenn zum Betriebe der Lichtmaschine ein Gasmotor oder eine Dampfmaschine aufgestellt wird, anders wenn Wasserkraft zur Verfügung steht, u. s. w. Bei beiden Beleuchtungsarten nehmen die Kosten ab, wenn die Grösse der Anlage zunimmt. Man kann sagen, dass in Bezug auf die Kosten die Anlage einer elektrischen Beleuchtung sich erst dann empfiehlt, wenn es sich um Aufstellung von einer grösseren Anzahl von Bogenlampen handelt; bei Anwendung von 20—25 Bogenlampen dürfte die elektrische Beleuchtung schon in der Mehrzahl der Fälle billiger zu stehen kommen, als eine gleichwerthige Gasbeleuchtung. Diese Angaben können jedoch durch locale Verhältnisse oder andere Umstände sehr bedeutend, sowohl zu Gunsten der einen als auch der anderen

Beleuchtungsart modificirt werden. Von wesentlichstem Belange ist aber die Form, in welcher die Elektricität der Beleuchtung dienstbar gemacht wird. Es ist hierbei zu unterscheiden zwischen Einzellicht und Bogenlicht, Bogenlicht und Glühlicht und endlich ob gleichgerichtete oder Wechselströme angewandt werden.

Das Einzellicht hat gegenüber dem Theilungslichte den Vorzug der billigeren Darstellung voraus, eine Thatsache, die allerdings zu Gunsten des Einzellichtes entscheiden würde, wenn nicht noch andere Umstände in Betracht kämen, welche trotz des grösseren Arbeitsaufwandes doch zu Gunsten des getheilten Lichtes sprechen würden. Ganz abgesehen davon, dass viele Räumlichkeiten vermöge ihrer Bauart oder der darin befindlichen Objecte die Beleuchtung von einem Punkte aus unmöglich machen, nimmt auch die Beleuchtungsintensität einer Fläche in viel grösserem Masse ab, als die Entfernung von der Lichtquelle zunimmt. Daraus folgt, dass bei der Beleuchtung eines bestimmten Raumes durch eine Lichtquelle die nächste Umgebung der letzteren allerdings sehr kräftig beleuchtet wird, die Grenzen des Raumes aber unter jener Helligkeit bleiben, welche man zu erreichen wünscht; überdies ist noch die Beleuchtung des ganzen Raumes eine sehr ungleichförmige. Auch muss bei Anwendung nur eines Lichtes, soll dessen Stärke entsprechend ausgenützt werden, die Aufhängehöhe eine bedeutend grössere sein, als jene für mehrere kleinere Lichter; diese Bedingung für das Einzellicht zu erfüllen, hindert aber häufig die Höhe des zu beleuchtenden Raumes. Es ist ferner eine bekannte Thatsache, dass die Theilungslichter ruhiger brennen als die Einzellichter; die Stromschwankungen machen sich im Lichtbogen eben weniger geltend, wenn im Stromkreise noch ein Widerstand eingeschaltet wird. Diesen bilden aber bei Theilungslichtern wechselweise die Lampen selbst. Der vortheilhafte Widerstand ist also wieder Voltabogen, während, um beim Einzellicht dasselbe Resultat zu erreichen, ein Widerstand eingeschaltet werden müsste, welcher zur Beleuchtung nichts beiträgt, also unnütz Kraft verzehrt. Ein bedeutender Vortheil des getheilten Lichtes gegenüber dem Einzellichte liegt auch in der Ersparung an Leitungsmaterial. Diese Ersparung besteht nicht nur in der geringen Anzahl von Drähten, sondern auch darin, dass der einzelne Draht bei Theilungslichtern schwächer sein kann als bei Einzellichtern. Dies kommt namentlich dann in Betracht, wenn Lichtmaschinen und Lampen sich in einiger Entfernung von einander befinden. Hierbei darf aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Theilung des elektrischen Lichtes bei jeder Maschine für eine bestimmte Anzahl von Lampen begrenzt ist, wenn nicht eine unverhältnismässige Erhöhung der Betriebskosten eintreten soll.

Das Einzellicht wird aber mit Vortheil in Räumen verwendet werden können, welche eine mehr oder weniger kreisrunde oder auch quadratische Begrenzung haben und gleichzeitig eine hinlängliche Höhe besitzen. Dann kann man die Lampe hoch hängen, und weil in diesem Falle die Augen nicht geblendet werden, kann der Voltabogen frei, ohne matte Glasbedeckung brennen. Dies ist aber ein nicht unbedeutender Gewinn in Bezug auf Lichtintensität. Aehnliche Verhältnisse, die zu Gunsten des Einzellichtes sprechen, treten auch bei der Verwendung des elektrischen Lichtes unter freiem Himmel ein. Die Einzellichter

zeichnen sich auch dadurch aus, dass sie keiner hochgespannten Ströme bedürfen und die Lampen eine einfachere Construction besitzen können.

Wägt man die Vor- und Nachtheile der Wechselströme und der gleichgerichteter Ströme gegenseitig ab, so muss man sich zu Gunsten der letzteren entscheiden. Zahlreiche Versuche haben mit ziemlicher Sicherheit festgestellt, dass unter sonst gleichen Umständen mit den Maschinen für gleichgerichtete Ströme von der für ihren Betrieb verwendeten Kraft um 35% mehr Nutzeffect im Lichtbogen erzielt wird als mit Wechselstrommaschinen. Hierzu kommt noch, dass bei höheren Spannungen die physiologische Wirkung der Wechselströme eine viel gefährlichere ist als jene der gleichgerichteten. Ferner brennen bei Anwendung von Wechselströmen beide Kohlen spitz ab und senden daher das Licht nach allen Richtungen ziemlich gleichförmig aus, während bei Benützung gleichgerichteter Ströme die bereits erwähnte Kraterbildung am positiven Pole eintritt. Letztere hat zur Folge, dass die Strahlen mehr nach einer Richtung concentrirt werden, was bei praktischen Anwendungen in der Regel gefordert wird. In der Mehrzahl der Fälle handelt es sich darum, eine bestimmte Bodenfläche zu beleuchten und für diesen Zweck gehen dann die seitlich und nach oben gerichteten Strahlen zum grossen Theile verloren. Um dies zu verhindern, müssen bei Anwendung von Wechselströmen eigene Reflectoren benützt werden. Das Wegfallen der Kraterbildung hat ferner den Nachtheil, dass der grösste Theil der Leuchtkraft im Flammenbogen und nicht, wie bei Anwendung gleichgerichteter Ströme, in der kraterförmig ausgehöhlten Kohle sich befindet, wodurch bei Schwankungen der Stromstärke zu violettem Lichte und auch zu Farbenwechsel Veranlassung gegeben wird. Andererseits rühmt man den Wechselströmen nach, dass sie bei gewissen Lampen eine bessere Function des Regulirungsmechanismus bewirken, da in Folge der stets wechselnden Stromrichtung die Eisentheile der Lampe ohne remanenten Magnetismus bleiben.

Betrachtet man das Glühlicht als ein weiter getriebenes Theilungslicht, so hat es die Vor- und Nachtheile des getheilten Bogenlichtes mit diesem gemeinsam. Daraus ergibt sich auch, dass die Herstellung von Glühlicht im Vergleiche zum Einzellicht einen noch grösseren Arbeitsaufwand erfordert als die Erzeugung einer gleichwerthigen Beleuchtung durch Theilungslichter mit Voltabogen. Die geringe Lichtentwicklung durch das Glühlicht hat aber auch ihre Vortheile. Sie macht dasselbe zur Beleuchtung kleiner Räume geeignet, in welchen das kräftige, blendende Bogenlicht nicht anwendbar erscheint. Specielle Vortheile bieten die Glühlichtlampen (Glühlichtlampen ohne Verbrennen von Kohle). Ihre unbedeutende Grösse, die Abwesenheit jedes Regulirungsmechanismus, das absolut ruhige etwas röthliche oder doch wenigstens nie violette Licht macht sie vorzüglich geeignet zur Beleuchtung von Räumlichkeiten, die eine reiche architektonische Gliederung besitzen. Sie können in Folge dieser Eigenschaften ohne Schwierigkeit in Form von Lustern, Candelabern, Wandarmen, Ampeln und tragbaren Lampen in Verwendung kommen. Dies zeigt z. B. der in Fig. 307 abgebildete Luster für Glühlicht von E. Palme.

Die Lampen mit Voltabogen hingegen bieten durch ihre Grösse und die Form ihrer Regulirungsvorrichtungen bedeutende Schwierigkeiten, wenn sie der

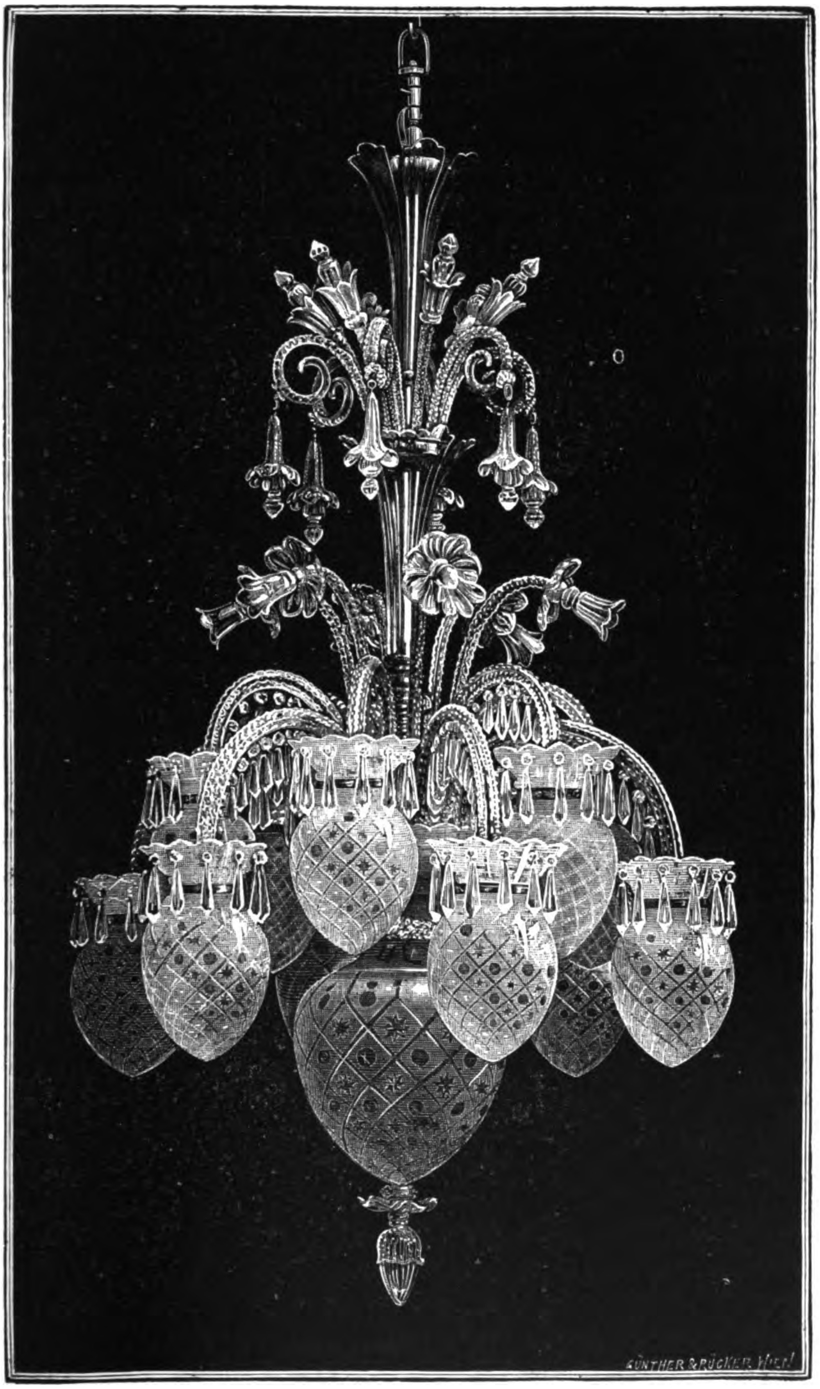


Fig. 307.

architektonischen Gliederung eines Raumes harmonisch eingefügt werden sollen. Die in Rede stehenden Glühlichtlampen besitzen ferner den Vortheil einer ganz beliebigen Regulirungsfähigkeit ihrer Lichtstärke. Dieser Umstand und ihre absolute Feuerungefährlichkeit machen sie zur Beleuchtung von Theatern, speciell Bühnen geeigneter als irgend ein anderes Beleuchtungsmittel.

Die Glühlichtlampen besitzen die Vorzüge der Gasbeleuchtung ohne deren Uebelstände zu theilen; sie sind es auch, welche dem Gaslichte Concurrenz machen werden. Wo es sich um Herstellung grosser Lichter handelt, ist die Ueberlegenheit des elektrischen Lichtes gegenüber dem Gaslichte heute bereits unzweifelhaft festgestellt. Die weitere Ausbreitung des elektrischen Lichtes wird jedoch das Leuchtgas keineswegs gänzlich verdrängen. Im Gegentheile, es wird vielleicht zu noch grösserer Bedeutung gelangen, als es gegenwärtig besitzt, aber die Form der Anwendung dürfte sich aller Wahrscheinlichkeit nach ändern. Die Benützung des Leuchtgases zur Beleuchtung ist eine keineswegs rationelle Ausbeutung der Kohle, da bei Verbrennung des Leuchtgases die Wärmeproduction der Lichtentwicklung weit überlegen ist. Dies zeigt die bedeutende Erhitzung der Luft in geschlossenen Räumen, welche durch Leuchtgas erhellt werden, und vielleicht noch deutlicher folgende Erwägung: Grössere Gasmaschinen liefern für den Verbrauch von je einem Cubikmeter Leuchtgas per Stunde eine Pferdekraft. Mit dieser kann unter Anwendung des elektrischen Bogenlichtes eine Gesammtlichtstärke von 1700 Normalkerzen erzeugt werden. Wird hingegen die Gasmenge in gewöhnlichen Gasbrennern verbrannt, so erhält man nur 7 Flammen zu 10 Kerzen Lichtstärke, also eine Gesammtlichtintensität von 70 Kerzen. Es ist daher wohl möglich, dass das elektrische Licht das Leuchtgas nach und nach ganz verdrängt, aber das Gas wird damit nicht überflüssig werden, sondern vielmehr als Heizgas zu ausgedehnter Verwendung gelangen, umsomehr als die Herstellung von Heizgas geringere Kosten verursacht als jene von Leuchtgas. Es würde dies die sanitären Verhältnisse unserer Wohnungen, namentlich in grossen Städten wesentlich verbessern, indem dadurch eine gesündere und rauchfreie Luft erhalten werden könnte.

DIE

LEITUNGEN FÜR STARKE STRÖME

VON

JOHANN KREMENEZKY
THEILHABER DER FIRMA KREMENEZKY, MAYER & CO.

I. Das Leitungsmateriale

Jeder Leiter setzt dem Durchgange eines elektrischen Stromes einen Widerstand entgegen, welcher der Länge des Leiters direct, dem Querschnitte und der dem Leitungsmateriale eigenthümlichen (specifischen) Leitungsfähigkeit umgekehrt proportional ist. Bezeichnen wir daher mit l die Länge, mit q den Querschnitt und mit k die specifische Leitungsfähigkeit des Körpers, so kann der Widerstand W berechnet werden aus der Formel:

$$W = \frac{l}{q \cdot k}.$$

Da nun aber die Ueberwindung jedes Widerstandes einen Verlust an Arbeit mit sich bringt, so muss bei Herstellung einer Leitung darauf gesehen werden, diesen Verlust möglichst herabzudrücken, ihn auf ein Minimum zu bringen. Dieses Ziel kann erreicht werden, indem man die Leitung möglichst kurz und ihren Querschnitt möglichst gross macht, während man gleichzeitig das bestleitende Materiale anwendet. Was zunächst die Länge der Leitung anbelangt, so ist zu bemerken, dass man es hiebei in der Praxis fast ausnahmslos mit einer gegebenen Grösse zu thun hat. Die Entfernung der Maschinen und Lampen von einander, mit anderen Worten die Länge des Gesammtstromkreises ist durch die Localität, in welcher die Leitungsanlage auszuführen ist, und wohl auch durch specielle Anforderungen bezüglich der Function oder Schaltungen der Lampen, im Vorhinein bestimmt.

Die specifische Leitungsfähigkeit der Körper kann man in der Weise ausdrücken, dass man die Leitungsfähigkeit eines Körpers gleich 10 oder 100 setzt und die Werthe für die Leitungsfähigkeit der übrigen Körper darauf bezieht. Matthiessen setzte die Leitungsfähigkeit des Silbers gleich 100 und erhielt unter dieser Voraussetzung für eine Reihe von Körpern nachstehende Werthe:

Namen der Körper	Specifische Leistungsfähigkeit
Silber	100·00
Kupfer	77·43
Zink	27·39
Eisen	14·44
Platin	10·53
Blei	7·77
Neusilber	7·67
Quecksilber	1·63
Graphit	0·0693
Gaskohle	0·0386

Aus dieser Tabelle ersehen wir, dass für die Praxis nur das Kupfer in Betracht kommen kann, da einerseits das Silber zu hoch im Preise steht, andererseits das Kupfer von allen übrigen Leitungsmaterialien weitaus die grösste Leitungsfähigkeit besitzt. Hierin ist es auch begründet, dass in der Praxis für die Leitung von Strömen irgend einer nennenswerthen Quantität nur Kupfer in Form von Drähten, Kabeln, Stangen, Streifen oder Blechen zur Verwendung kommt.

Da also, wie durch Obiges gezeigt, für die Anlage einer Leitung die beiden Factoren: Länge der Leitung und specifisches Leitungsvermögen des Materiales gegeben sind, bleibt uns nur mehr der Querschnitt zu bestimmen übrig, weshalb auch nur durch eine entsprechende Wahl des letzteren der durch die Ueberwindung des Leitungswiderstandes entstehende Arbeitsverlust möglichst gering gemacht werden kann. Der Querschnitt der Leitung muss daher der Stromquantität ebenso entsprechen, wie die innere Weite eines Gas- oder Wasserleitungsrohres der Gas- oder Wassermenge, die in einer bestimmten Zeit unter bestimmtem Drucke durchfliessen soll. Nun könnte man allerdings den Arbeitsverlust durch entsprechende Vergrösserung des Leitungs-Querschnittes beliebig verringern, wenn man hierbei nicht auch den Kostenpunkt des Kupfers zu berücksichtigen hätte. Ueber eine gewisse Grösse des Querschnittes hinaus, wachsen eben (namentlich bei langen Leitungen) die Anlagekosten viel rascher, als die Betriebskosten durch Verminderung des Arbeitsverlustes herabgedrückt werden können. Die praktisch richtige Grösse des Querschnittes ergibt sich also aus einer sorgfältigen Abwägung dieser beiden Umstände gegen einander. Zu nachstehenden Tabellen haben wir innerhalb bestimmter Grenzen die Querschnitte beziehungsweise Durchmesser angegeben, welche den Leitungen bis zur Länge von einem Kilometer zu geben sind, wenn die Stromstärken die Werthe von 0·5 bis 200 Ampères besitzen.

Ampères	bis 300 *m*		400 *m*		500 *m*		600 *m*	
	Querschn. *mm*²	Durchm. *mm*	Querschn. *mm*²	Durchm. *mm*	Querschn. *mm*²	Durchm. *mm*	Querschn. *mm*²	Durchm. *mm*
0·5	0·3	0·6	0·4	0·7	0·5	0·8	0·6	0·9
1	0·6	0·8	0·8	1·0	1·0	1·1	1·2	1·3
1·5	0·9	1·1	1·2	1·3	1·5	1·4	1·8	1·5
2	1·2	1·2	1·6	1·5	2·0	1·6	2·4	1·8
3	1·8	1·5	2·4	1·8	3·0	2·0	3·6	2·2
4	2·4	1·8	3·2	2.1	4·0	2·3	4·8	2·5
5	3·0	1·9	4·0	2·3	5	2·5	6·0	2·8
6	3·6	2·1	4·8	2·5	6	2·8	7·2	3·1
7	4·2	2·3	5·6	2·7	7	3·0	8·4	3·3
8	4·8	2·5	6·4	2·9	8	3·2	9·6	3·5
9	5·4	2·6	7·2	3·1	9	3·4	10·8	3·7
10	6·0	2·8	8·0	3·2	10	3·6	12·0	4·0
12	7·2	3·1	9·6	3·5	12	4·0	14·4	4·3
15	9·0	3·4	12·0	4·0	15	4·4	18·0	4·8
17	10·2	3·6	13·6	4·2	17	4·7	20·4	5·1
20	12	3·9	16	4·5	20	5·1	24	5·6
25	15	4·4	20	5·1	25	5·7	30	6·2
30	18	4·8	24	5·6	30	6·2	36	6·8
35	21	5·3	28	6·0	35	6·7	42	7·3
40	24	5·6	32	6·4	40	7·2	48	7·8
45	27	5·9	36	6·8	45	7·6	54	8·3
50	30	6·2	40	7·2	50	8·0	60	8·8
60	36	6·8	48	7·8	60	8·8	72	9·6
70	42	7·3	56	8·5	70	9·6	84	10·4
80	48	7·9	64	9·0	80	10·1	96	11·1
90	54	8·3	72	9·6	90	10·7	108	11·7
100	60	8·8	80	10·1	100	11·3	120	12·4
110	66	9·2	88	10·6	110	11·8	132	13·0
120	72	9·6	96	11·1	120	12·4	144	13·6
130	78	10·0	104	11·5	130	12·9	156	14·1
140	84	10·3	112	12·0	140	13·4	168	14·6
150	90	10·7	120	12·4	150	13·8	180	15·1
160	96	11·1	128	12·8	160	14·3	192	15·6
170	102	11·4	136	13·2	170	14·7	204	16·1
180	108	11·7	144	13·5	180	15·2	216	16·6
190	114	12·1	152	13·9	190	15·6	228	17·0
200	120	12·4	160	14·3	200	16·0	240	17·5
*mm*² pro Amp.	0·6	—	0·8	—	1·0	—	1·2	—
Amp. pro *mm*²	1·7	—	1·25	—	1·0	—	0·83	—

Spannungsverlust: bei 100*m* = 3·3 Volts, bei 200*m* = 6·7 Volts, bei 300—1000*m* = 10 Volts.

Ampères	bis 700 *m* Querschn. *mm*²	Durchm. *mm*	800 *m* Querschn. *mm*²	Durchm. *mm*	900 *m* Querschn. *mm*²	Durchm. *mm*	1000 *m* Querschn. *mm*²	Durchm *mm*
0·5	0·7	1·0	0·8	1·0	0·9	1·1	1·0	1·2
1	1·4	1·4	1·6	1·4	1·8	1·5	2	1·6
1·5	2·1	1·7	2·4	1·8	2·7	1·9	3	2·0
2	2·8	1·9	3·2	2·0	3·6	2·1	4	2·3
3	4·2	2·3	4·8	2·5	5·4	2·6	6	2·8
4	5·6	2·7	6·4	2·9	7·2	3·0	8	3·2
5	7·0	3·0	8·0	3·2	9·0	3·4	10	3·6
6	8·4	3·3	9·6	3·5	10·8	3·7	12	3·9
7	9·8	3·6	11·2	3·8	12·6	4·0	14	4·3
8	11·2	3·8	12·8	4·0	14·4	4·3	16	4·5
9	12·6	4·0	14·4	4·3	16·2	4·6	18	4·8
10	14·0	4·3	16·0	4·5	18·0	4·8	20	5·1
12	16·8	4·6	19·2	5·0	21·6	5·2	24	5·6
15	21·0	5·2	24·0	5·6	27·0	5·9	30	6·2
17	23·8	5·5	27·2	5·9	30·6	6·2	34	6·6
20	28	6·0	32	6·4	36	6·8	40	7·2
25	35	6·7	40	7·2	45	7·6	50	8·0
30	42	7·4	48	7·8	54	8·3	60	8·8
35	49	7·9	56	8·5	63	9·0	70	9·5
40	56	8·5	64	9·0	72	9·6	80	10·1
45	63	9·0	72	9·6	81	10·2	90	10·7
50	70	9·5	80	10·1	90	10·7	100	11·3
60	84	10·4	96	11·1	108	11·7	120	12·4
70	98	11·2	112	12·0	126	12·7	140	13·4
80	112	12·0	128	12·8	144	13·5	160	14·3
90	126	12·8	144	13·5	162	14·4	180	15·2
100	140	13·4	160	14·3	180	15·2	200	16·0
110	154	14·0	176	15·0	198	15·9	220	16·8
120	168	14·6	192	15·6	216	16·6	240	17·5
130	182	15·2	208	16·3	224	17·3	260	18·2
140	196	15·8	224	16·9	252	17.9	280	18·9
150	210	16·4	240	17·5	270	18·6	300	19·6
160	224	16·9	256	18·1	288	19·2	320	20·2
170	238	17·4	272	18·6	306	19·8	340	20·8
180	252	17·9	288	19·2	324	20·3	360	21·4
190	266	18·4	304	19·7	342	20·8	380	22·0
200	280	18·9	320	20·2	360	21·4	400	22·6
*mm*² pro Amp.	1·4	—	1·6	—	1·8	—	2·0	—
Amp. pro *mm*²	0·71	—	0·62	—	0·51	—	0·5	—

Spannungsverlust: bei 100 *m* = 3·3 Volts, bei 200 *m* = 6·7 Volts, bei 300—1000 *m* = 10 Volts.

Die Wichtigkeit des Leitungsmateriales spiegelte sich in der reichlichen Beschickung der Ausstellung wieder. Raffinirtes und auf elektrolytischem Wege gewonnenes Rohmaterial ebenso wie auch Materiale im verarbeiteten Zustande und zwar in den verschiedensten Formen und Dimensionen war in grosser Menge und vorzüglicher Qualität vorhanden. Wir können uns jedoch an dieser Stelle mit diesem blossen Hinweise begnügen, da diesem Gegenstande bereits in dem Referate über das Leitungsmaterial für schwache Ströme hinreichende Berücksichtigung zu Theil wurde.

II. Die Herstellung der Leitungen.

Was zunächst die Führung der Leitungen im Ausstellungsraume anbelangt, so kann dieselbe durchaus nicht als mustergiltig für die Herstellung definitiver Anlagen gelten. Es liegt dies in der Natur der Sache, bez. jedes Ausstellungsunternehmens. Im Vorhinein nur zu einer kurzen Functionsdauer bestimmt, war das Hauptstreben darauf gerichtet, die Leitungen möglichst rasch und billig herzustellen.

Die Drähte waren mit Ausnahme jener für das Theater und die elektrische Eisenbahn auf den Holzpfosten der Galerien oder den Holzverkleidungen der grossen Pfeiler frei in der Luft angebracht, oder wo das nicht anging, wurden sie durch Porzellan-Isolatoren getragen, welche man an den Wänden oder den Eisentraversen und Consolen befestigte. Es war eben Absicht des Directions-Comités, die Leitungen nicht zu maskiren, sondern sie vielmehr dem Anblicke des Publikums preiszugeben. Für eine definitive Anlage ist aber eine derartige Führung der Leitung als absolut unzulässig zu bezeichnen, weil hiedurch Betriebsstörungen, die während der Ausstellung zufälligerweise nicht zu häufig eingetreten sind, sehr oft veranlasst würden.

Jede Stromleitung, welchem Zwecke sie auch dienen mag, muss, um für die Dauer ohne Störung und Arbeitsverlust befriedigend zu functioniren, bezüglich des Leitungsvermögens und der Isolirung den Localverhältnissen entsprechend gewählt und gut angebracht werden. Bei der Legung einer Leitung ist sowohl die Spannung der Ströme als auch die Qualität der Leitungsisolirung zu berücksichtigen. Es ist schwer, nach den Spannungen der Ströme allein die Distanz zu bemessen, welche die von verschiedenen Maschinen oder Maschinenklemmen kommenden Drähte von einander haben müssen, da oft locale Verhältnisse das Naheaneinanderlegen solcher Drähte erfordern. Dies kann dann geschehen, wenn die einzelnen Leitungsdrähte oder Kabel mit einer sehr gut isolirenden Schichte von Kautschuk oder anderen gut isolirendem Materiale umgeben sind.

Abgesehen von Ausnahmsfällen wird man also die Leitungsdrähte nach Möglichkeit weit von einander anbringen und befestigen. Soll z. B. die Leitung ein Strom durchfliessen, dessen Spannung gleich ist 50 Volts, der also einen Voltabogen von 5 bis 6 *mm* Länge erhalten kann, so sollen die Drähte mindestens 5 bis 6mal so weit, d. i. 25 bis 36 *mm* von einander entfernt gelegt werden; die Leitungen für Ströme von 200 Volts Spannung zum Betriebe eines circa

25 *mm* langen Bogens sollen mindestens 150 *mm* (6 × 25) von einander befestigt werden, u. s. w.

Da die Anwendungen kräftiger elektrischer Ströme namentlich zu Beleuchtungszwecken in steter Zunahme begriffen sind, sahen sich bereits die interessirten Factoren veranlasst, Vorschriften ausarbeiten zu lassen, welche einen Schutz für Menschenleben und gegen Feuersgefahr bilden sollen. So hat sich z. B. eine zu diesem Behufe in Philadelphia eingesetzte Commission über nachstehende Punkte geeinigt.*)

1. Die Zu- und Ableitungsdrähte des elektrischen Stromes, welche in ein Gebäude führen, müssen auf ihrer ganzen Länge hinreichend isolirt sein; ebenso die Leitungsdrähte, welche von einer stromerzeugenden Maschine kommen oder zu derselben zurückführen.

2. In bestimmten Zeiträumen sollen Inspectionen angeordnet werden, durch welche festgestellt wird, ob die Isolirung noch vollkommen intact ist; die Isolirung kann durch folgende Ursachen verletzt werden:

a) dadurch, dass die Haken für die Befestigung der Drähte dieselben durchschneiden, *b*) dass an gewissen Stellen die Isolirung abgeschabt wird und *c*) durch scharfe Biegung der Drähte.

3. Die Zusammensetzung der Leitungsdrähte aus zahlreichen kleinen Stücken soll, so viel als möglich, vermieden werden und da, wo diese nicht zu umgehen ist, soll die Verbindung durch Bewicklung möglichst geschützt werden, damit sich nicht die Enden der Drähte trennen und an der Unterbrechungsstelle kleine Bogen oder Funken bilden.

4. Die Drähte dürfen nicht in leitender Verbindung mit dem Erdboden sein, sondern sowohl die Hin- als Rückleitung des Stromes muss durch Drähte geschehen. Um diese Bedingung zu erfüllen, dürfen die Drähte nicht in der Nähe von metallischen Körpern, namentlich von Gas- oder Wasserleitungen kommen, weil durch einen zufälligen Contact des Leiters mit denselben eine Ableitung zur Erde stattfindet. Wenn es nöthig ist, dass die Drähte derartige metallische Leitungen kreuzen, muss die Isolirung mit besonderer Sorgfalt ausgeführt werden.

5. Die Möglichkeit eines kurzen Stromschlusses soll vermieden werden und zwar dadurch, dass die Leitungsdrähte von verschiedenen Maschinen oder von verschiedenen Theilen derselben Maschine, soweit als möglich von einander entfernt gehalten und nie einander unnöthiger Weise näher gebracht werden, als die Entfernung zwischen den beiden Verbindungsstäben an einer elektrischen Lampe im Stromkreise. Die Leitungsdrähte, welche den Strom von der Maschine in einen elektrisch zu beleuchtenden Raum führen, sollen daher den Raum möglichst weit von der Eintrittsstelle wieder verlassen; ferner sollen die Drähte in der Regel gut befestigt werden und dürfen nur in den Fällen im Bogen herunterhängen, wenn dies für das Herablassen oder Aufziehen der Lampen erforderlich ist. Es soll ferner eine sorgfältige Auswahl getroffen werden unter den verschiedenen Theilen eines Gebäudes, in welche die Leitungsdrähte eingelegt werden. So viel als möglich soll man sich von der Abwesenheit von Feuchtigkeit über-

*) Uppenborn, Zeitschrift für angewandte Elektricitätslehre, Bd. IV, pag. 79.

zeugen; es ist vorzuziehen, die Leitung an Decken anstatt an Zwischenwänden oder am Fussboden entlang zu führen; das letztere ist völlig zu verwerfen, wenn die Drähte nicht unter die Dielen gelegt werden. Wie früher bemerkt, müssen metallische Ableitungen so viel als möglich aus dem für die elektrischen Drähte gewählten Raume entfernt werden, und man muss auch darauf sehen, dass die Stelle, an welcher die Leitungsdrähte liegen, nicht durch zufälliges Feuchtwerden theilweise leitend für Elektricität wird.

6. Die Dimensionen der Leitungsdrähte sind so gross zu wählen, dass der stärkste vorkommende Strom ohne gefährliche Erhitzung in denselben fortgeleitet werden kann.

7. Um Gefahr für das Leben von Menschen durch zufällige Entladung des Stromes zu vermeiden, müssen die Leitungsdrähte so gelegt werden, dass sie für directe Berührung unzugänglich sind, entweder durch Wahl der Localität oder durch passende Bedeckung.

Wir knüpfen hieran noch nachstehende Bemerkungen: Erreichen die Anlagen eine grössere Ausdehnung, so sorge man dafür, dass genaue und detaillirte Pläne sämmtlicher Leitungen stets zur Hand sind. In jedem Falle übertrage man aber die Ausführung solcher Anlagen nur erprobten Fachmännern, nicht Leuten, die sich nur als solche geriren, wie dies gegenwärtig leider häufig der Fall ist, ohne die hiezu nöthigen Fachstudien je gemacht zu haben. Durch die rapide Entwicklung der Elektrotechnik ist diese gegenwärtig zu einem Wissenszweige angewachsen, dessen Beherrschung die volle und ungetheilte Kraft eines unermüdlichen Mannes erfordert, einem Wissenszweige, der nicht so nebenher mitgenommen werden kann, wie man nicht selten anzunehmen geneigt ist

Abgesehen von der richtigen Bemessung der Drahtstärken behufs Hintanhaltung einer Erwärmung der Leitungen ist die grösste Sorgfalt der Isolirung und Befestigung derselben zuzuwenden. Es mag an dieser Stelle bemerkt werden, dass die Benützung von Gas- oder Wasserleitungsröhren zur Rückleitung des Stromes, weil sehr gefährlich, unstatthaft ist.

Aus demselben Grunde meidet man auch, wie in den obigen Sicherheitsvorschriften bereits angegeben, die Nähe solcher Röhrenleitungen und überhaupt eine zu starke Annäherung an Metalltheile. In solchen Fällen, in welchen sich dies absolut nicht umgehen lässt, hat man der Isolirung der Leitungen doppelte Vorsicht zuzuwenden. Die Anwendung von Leitungen, welche mit Blei umhüllt sind, empfiehlt sich nur in trockenen Räumen, nur dort. wo der Bleiüberzug ausschliesslich als Schutz gegen die Beschädigung der Isolirung dient. Die Anwendung solcher Bleikabel zu Erdleitungen oder in feuchten Wänden müssen wir auf Grund vielfacher Erfahrungen entschieden abrathen.

In feuchten Localitäten, wie z. B. in Färbereien, Wäschereien, Malztennen, grossen Stallungen u. s. w. müssen die Leitungen sehr gut isolirt, in einer Asphaltmasse getränkt und ziemlich weit von einander angebracht werden. Wenn in solchen Localitäten die Leitungen nicht sorgfältig isolirt sind und in feuchte Wände eingemauert werden oder an nassen Traversen anliegen, so entstehen starke Ableitungen; das Kupfer der Leitungen wird in Kupferoxyd-Verbindungen umgewandelt, dadurch der Querschnitt an solchen Stellen immer mehr verringert,

bis der Draht endlich in Folge des hohen Widerstandes gänzlich durchbrennt. Hierdurch können oft sehr unliebsame Störungen im Betriebe der Anlage eintreten. In Färbereien z. B., wo viel mit Säuren manipulirt wird, muss bei der Leitungsanlage nicht nur der Nässe, sondern auch den Säuredämpfen Rechnung getragen werden, die Leitungen und Lampentheile sind mit einer Isolirungsschichte zu überziehen, welche von den Säuren nicht angegriffen werden kann. In solchen Fällen ist es rathsam, die Drähte durchgehends auf Telegraphen-Isolatoren zu führen; auch Isolatoren, wie sie in Fig. 308 abgebildet sind, können hier zweckentsprechende Anwendung finden. Starke Leitungen zieht man hiebei durch Porzellan- oder Thonrollen, die durch Haken befestigt werden, schwache Drähte legt man in die Nuth kleiner, durch durchgehende Schrauben befestigter Röllchen *b*.

Fig. 309 stellt zwei runde Porzellanscheiben versehen mit Schlitzen und Löchern zum Aufnehmen des Drahtes und Befestigung des Ganzen an der Mauer dar; mit zwei Löchern versehen, dienen sie gleichzeitig zur Herstellung

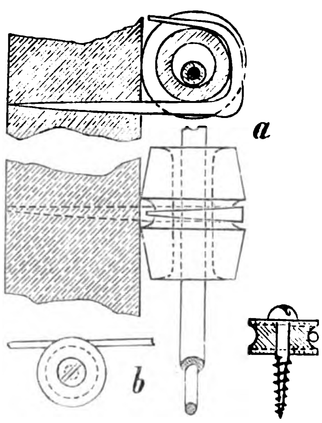


Fig. 308.

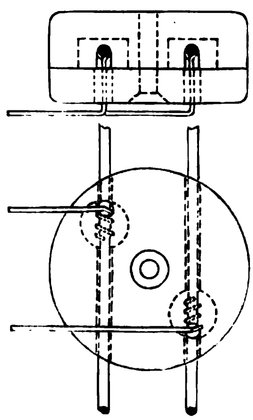


Fig. 309.

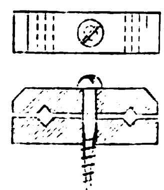


Fig. 310.

von Abzweigungen und verhindern die Berührung von Drähten an ihren Ueberkreuzungsstellen. Eine verbesserte Form solcher Porzellanisolatoren, welche zugleich zwei nicht sehr starke Leitungen in sich aufnehmen, waren von F. Fischer in Wien ausgestellt. Dieser Isolator besteht aus einem Ober- und Untersatze: letzterer besitzt zwei symmetrisch zu einer Mittelrippe anlaufende bogenförmige Einschnitte, welche zur Aufnahme des, der Grösse des Isolators entsprechend dicken Drahtes oder des Kabels bestimmt sind; neben den Vertiefungen sind zwei linsenförmige Erhöhungen, die nebst einer convex ausgesparten Mittelrippe die Vorragungen des Untersatzes bilden. Der Obersatz ist den Erhöhungen des Untersatzes entsprechend ausgespart und werden beide mittelst einer Schraube an der Wand bsfestigt, wodurch die Leitung ohne sie zu schädigen festgeklemmt wird. Der kreisförmige Verlauf der Rinnen ermöglicht die bequeme Biegung der Leitung unter jedem Winkel, ohne dass ein Bruch der Drähte zu befürchten wäre.

Hat die Leitung Mauern oder überhaupt Wände zu durchsetzen, so ist dies in der Weise auszuführen, dass man in die entsprechend weiten Bohrungen dieser Wände Glas- oder Porzellanröhren einsetzt und durch diese die Leitungen zieht.

In trockenen Fabrikslocalitäten genügen für dicke sowie auch für dünne Drähte einfache Holzpflöcke etwa von der in Fig. 310 abgebildeten Form. Die Drähte werden in den eingefrästen Fugen beider Holzpflöcke eingeklemmt und diese an den Wänden festgemacht.

Noch besser ist es, die Drähte auf Holzleisten mit ausgefrästen Fugen zu montiren und dieselben nachträglich mit entsprechenden Holzleisten gänzlich zu

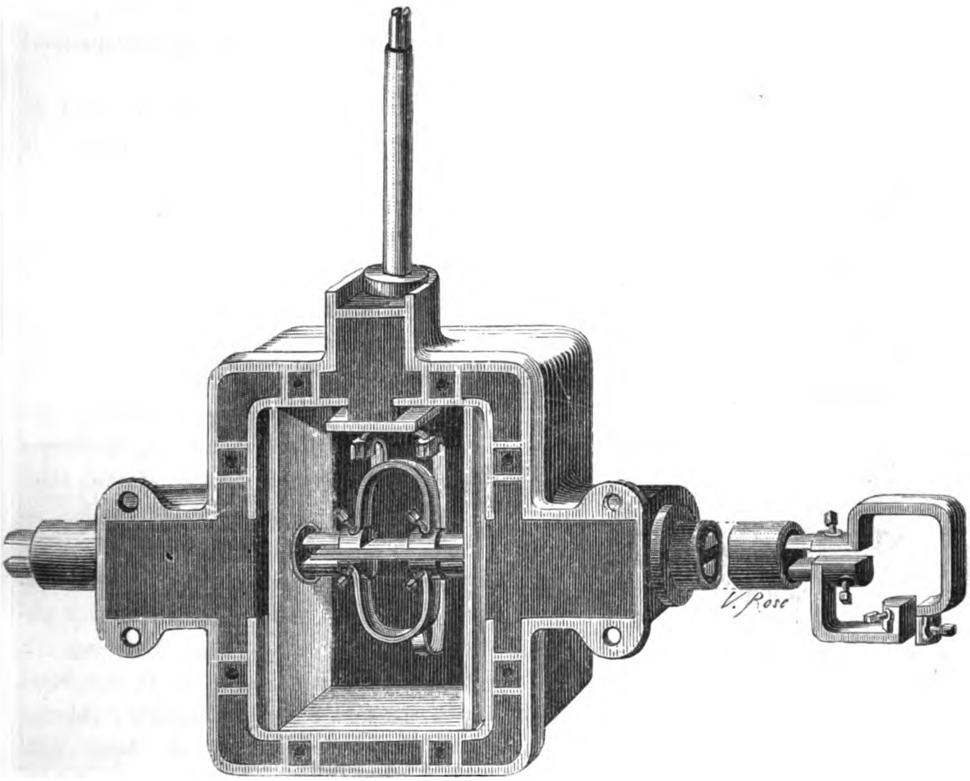


Fig. 311.

maskiren. Auf solche Weise montirte Drähte sind gegen jede Eventualität vollkommen gesichert; allerdings kommt aber eine derartige Montage der Leitungen höher zu stehen.

Als Isolirungsmaterial für blank gemachte Stellen an den Leitungen wird meistentheils Kautschukleinwand verwendet; solche wurde von den Vereinigten Gummiwarenfabriken Harburg-Wien in ausgezeichneter Qualität ausgestellt. Der Feuersicherheit halber isolirt man solche Stellen mit Asbestgewebe und legt sie auf Asbestunterlagen. Roher Asbest war von Wohanka & Co. in Wien und H. Weidmann in Rapperswyl ausgestellt; letztere Firma brachte auch mit Asbest umsponnene Drähte.

Isolatoren, Porzellanknöpfe und Röhren etc., welche als Isolirungsgegenstände für Luft- und theilweise auch für unterirdische Leitungen verwendet werden können, waren in grosser Anzahl von der Società Ceramica Richard in Mailand, der Porzellan-Fabrik Ginori in Doccia bei Florenz, Villeroy & Boch in Schramberg, Lederer & Neszényi in Floridsdorf, John Greives in Paterson und James Siff & Sohn in London ausgestellt.

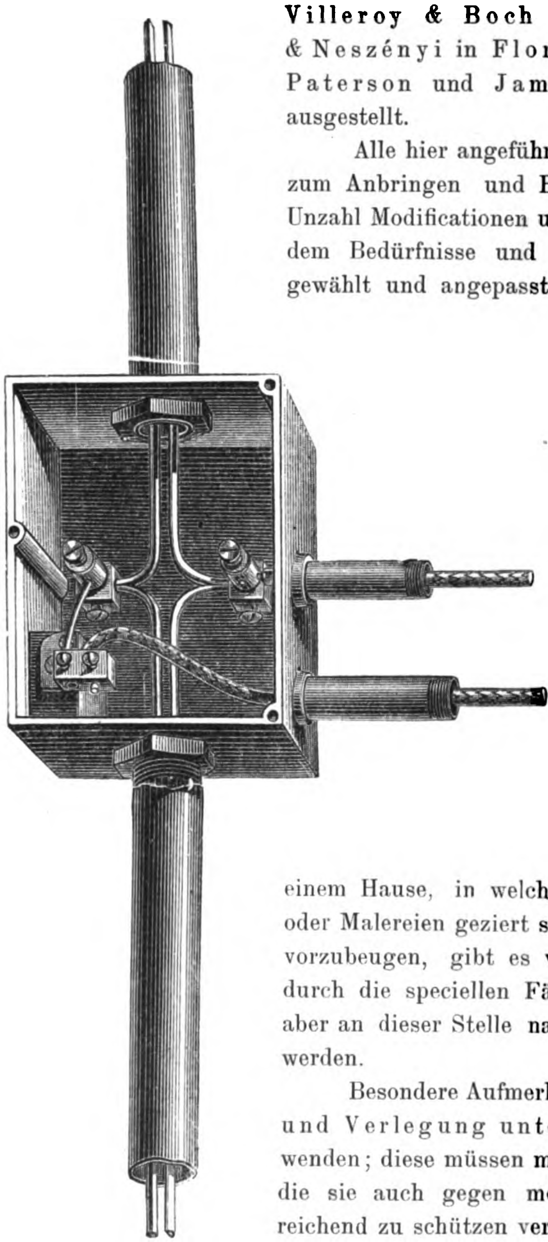


Fig. 312.

Alle hier angeführten Isolatoren und Hilfsapparate zum Anbringen und Befestigen der Drähte sind einer Unzahl Modificationen unterworfen und müssen jedesmal dem Bedürfnisse und den Verhältnissen entsprechend gewählt und angepasst werden.

Sehr grosse Vorsicht ist geboten in Wohngebäuden, in welchen die Leitungen vermauert und gar nicht sichtbar sein sollen. Bei solchen Installationen haben sich schon manche Installateure in der Wahl des Materiales verrechnet. Leitungen, die in nur etwas feuchte Wände vermauert werden, fangen zu schwitzen an und bekommen in Folge dessen starke Ableitungen und defecte Stellen, so dass sie nach kurzem Betriebe vollkommen unbrauchbar werden. Man stelle sich die hiemit verbundenen Calamitäten vor, in einem Hause, in welchem die Wände z. B. mit Stuck oder Malereien geziert sind! Solchen Unannehmlichkeiten vorzubeugen, gibt es verschiedene Mittel, deren Wahl durch die speciellen Fälle bedingt wird; hierauf kann aber an dieser Stelle natürlich nicht näher eingegangen werden.

Besondere Aufmerksamkeit ist auch der Isolirung und Verlegung unterirdischer Leitungen zuzuwenden; diese müssen mit Schutzhüllen umgeben werden, die sie auch gegen mechanische Beschädigungen hinreichend zu schützen vermögen. Die Edison-Company verwendet für ihre Installationen in Amerika halbrunde Kupferbarren, die durch passende in Theer getränkte Papierscheiben von einander isolirt sind und gemeinschaftlich in ein eisernes Rohr gepresst werden, wie aus den Fig. 311 und 312 an beiden Seiten zu sehen ist. Der

gusseiserne Kasten stellt eine Abzweigungsstelle von der Hauptleitung dar. An den runden Vorsprüngen der Hauptleitung (Fig. 311), werden die dünneren Abzweigungsbarren der Zweigleitung mit Schrauben befestigt, dann der Kasten mit einem gusseiesrnen Deckel hermetisch geschlossen und somit gegen Nässe geschützt. Da sich die Kupferbarren sammt dem Rohre nicht gut biegen lassen, so werden die in der Figur rechts ersichtlichen Kugelstücke, die gleichfalls in einem Kasten angebracht sind, als Winkel benützt. Bei Abzweigungen von Hausleitungen oder überhaupt an passenden Zweigstellen schaltet Edison Sicherheitsdrähte aus Blei ein, wie dies aus Fig. 312 im Kasten rechts unten zu sehen ist. Die Dimensionen dieses Bleidrahtes sind so bemessen, dass er eben dann abschmilzt und dadurch den Strom unterbricht, wenn dieser eine gefährliche Stärke anzunehmen droht.

III. Die Schaltungen.

Es erübrigt uns nun noch den Schaltungen, d. h. der Art, in welcher die einzelnen Lampen mit den Maschinen durch die Leitungen verbunden werden, einige Worte zu widmen. Ist ein Einzellicht zu betreiben, so verbindet man einfach die eine Polklemme der Maschine mit der einen Polklemme der Lampe und

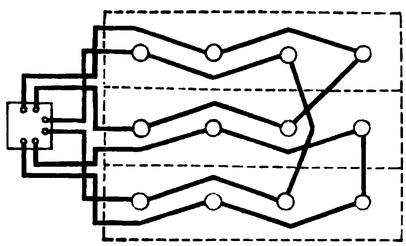


Fig. 313.

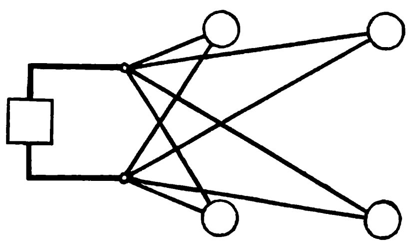


Fig. 314.

die zweite Polklemme der Maschine mit der anderen Polklemme der Lampe. Ebenso einfach gestaltet sich die Hintereinander-Schaltung mehrerer Differentiallampen in den Stromkreis einer Maschine. Hierbei geht die Leitung (vergl. Fig. 61, Seite 68 dieses Berichtes) von der Maschine aus zu der einen Polklemme der ersten Lampe, von der anderen Polklemme dieser Lampe zur einen Polkemme der zweiten Lampe, von deren anderer Polklemme zur dritten Lampe u. s. w., bis sie endlich von der letzten Lampe wieder zur Maschine zurückgeführt wird.

Hat man einen grösseren Raum zu beleuchten, also auch eine grössere Anzahl von Lampen anzuwenden, so wird man letztere zweckmässig in mehreren Stromkreisen so anordnen, dass je zwei neben einander befindliche Lampen stets verschiedenen Stromkreisen angehören; man verhindert dadurch das Eintreten vollständiger Dunkelheit, wenn ein Stromkreis versagen sollte. Eine derartige Anordnung für drei Stromkreise ist z. B. in Fig. 313 skizzirt. Fig. 314 stellt die Parallel-Schaltung von Bogenlampen vor, wie sie von Cance und nach einem neuen Systeme bei grossen Installationen von Egger, Kremenezky & Co.

angewendet wird. Die Parallel-Schaltung bei Bogenlampen ist von grosser Bedeutung, denn bei Hintereinander-Schaltung und Anwendung von Maschinen mit gleichgerichtetem Strome ist wegen der hohen Spannung und dem in Folge dessen unruhigen Brennen der Lampen die Anzahl der durch eine Maschine betreibbaren Lampen eine begrenzte. Durch die Aufstellung mehrerer Dynamos wird aber die maschinelle Anlage ebenso wie die Ueberwachung und Manipulation sehr erschwert; es ist daher bei grösseren Installationen, insbesondere bei Fabriken und auf Plätzen, wo die Lampen nicht sehr weit von einander entfernt sind, die Parallel-Schaltung wegen der Vereinfachung in der elektrischen Maschinenanlage. Vermeidung der hohen Spannung und der aus derselben resultirenden Consequenzen entschieden vortheilhafter.

Bei Anlagen aber, wo man keinen Anstand nimmt, viele Maschinen aufzustellen, wo jede Maschine ca. 10 Lampen betreiben soll, ist die Hintereinander-Schaltung wegen ihrer Einfachheit jedenfalls vorzuziehen. Eine grössere Anzahl von Bogenlampen kann mit einer Maschine (in mehreren Stromkreisen) wohl durch Wechselstrom-Maschinen betrieben werden, doch sind wir überzeugt, dass sie früher oder später für Beleuchtungszwecke überhaupt ausser Verwendung kommen werden; abgesehen davon, dass Wechselstrom-Maschinen überhaupt einen gerin-

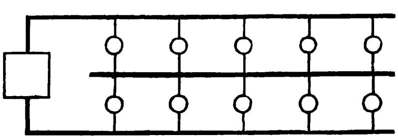


Fig. 315.

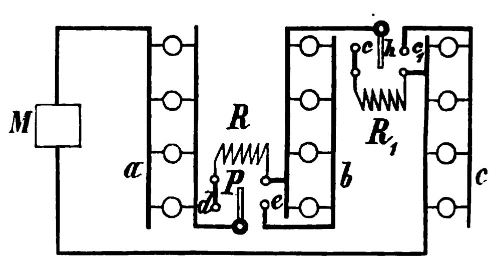


Fig. 316.

geren Nutzeffect geben als Maschinen für gleichgerichteten Strom, spricht gegen deren Anwendung auch ihre Gefährlichkeit.

Für Glühlampen wird fast ausschliesslich die Parallel-Schaltung angewendet. (Vergl. Fig. 62, S. 69.) Werden die Lampen ziemlich weit von einander angebracht und sind die Drähte nicht genügend stark, so ist es einleuchtend, dass diejenigen Lampen, welche sich näher an der Maschine befinden, mehr Strom bekommen und daher besser leuchten werden als die weiter entfernten Lampen. Um dies zu vermeiden, macht man häufig die Leitung in nachstehender Weise. Von der einen Polklemme der Maschine aus, führt man die Leitung in der gewöhnlichen Weise bis zur letzten Lampe und zweigt auf dem Wege dahin an den entsprechenden Puncten die Zuleitungen für die einzelnen Lampen ab. Von der zweiten Polklemme der Maschine aus, wird jedoch die Leitung ohne jede Abzweigung bis über die letzte Lampe hinausgeführt, dort umgebogen und parallel bis zur ersten Lampe wieder zurückgeführt. Die Abzweigungen zu den einzelnen Lampen werden dann erst an dieses zurücklaufende Leitungsstück angeschlossen. Hierbei erreicht der von einer Polklemme der Maschine kommende Strom zuerst die erste Lampe, dann die zweite, dann die dritte u. s. w., der

von der anderen Polklemme anlangende Strom kommt jedoch zuerst zur letzten Lampe, dann zur vorletzten u. s. w., d. h. durch ein je kürzeres Leitungsstück eine Lampe mit dem einen Pole der Maschine verbunden ist, durch ein desto längeres steht sie mit dem anderen Pole in Verbindung und somit erhalten alle Lampen dieselbe Stromstärke.

Wenn man, z. B. in Fabriken, auf manchen Plätzen nicht viel Licht braucht, so schaltet man anstatt einer grossen Lampe zu 20 N. K., zwei kleine zu je 10 N. K. hinter einander und erhält dadurch eine sogenannte gemischte Schaltung. Diese besitzt jedoch den Nachtheil, dass, wenn eine dieser Lampen ausgeschaltet werden soll, dadurch auch die zweite erlischt, wenn nicht an Stelle der ausgeschalteten Lampe ein entsprechender Widerstand eingeschaltet wird, was aber einen Verlust an Arbeit bedeutet. Wenn mehrere solche kleine Lampen nicht weit von einander entfernt sich zu einer ganzen Serie zusammenschalten lassen, wie in Fig. 315, so ist es durch den in der Mitte durchgezogenen Draht ermöglicht, einzelne Lampen von jeder Seite auszuschalten.

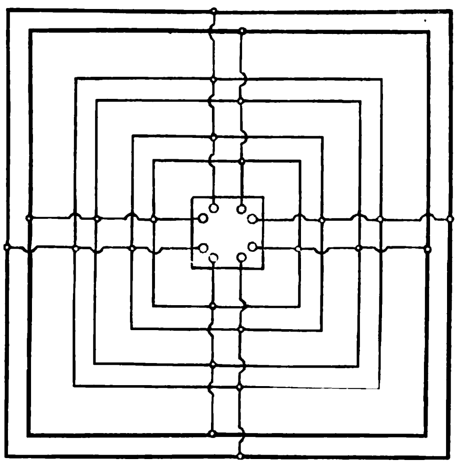


Fig. 317.

Eine andere Art der Schaltung ist die Serien-Schaltung, eine Anordnung, die dann zur Benützung gelangt, wenn Spanungsmaschinen zur Glühlichtbeleuchtung verwendet werden. Fig. 316 stellt eine solche Serienschaltung vor, wobei die Spannung der Maschine *M* dreimal so gross ist, als die für die Lampen erforderliche Spannung, weshalb auch drei Lampenserien *a*, *b* und *c* hinter einander geschaltet erscheinen. Solche Schaltungen kommen nur bei gewöhnlichen Dynamo-Maschinen vor, die man speciell für Bogenlampen construirt; da die Stromstärke bei diesen Maschinen sich nicht automatisch regulirt, wie dies bei Compound- und theilweise bei Nebenschluss-Maschinen der Fall ist, so muss man wenn einzelne Lampen oder ganze Serien ausgeschaltet werden sollen, den Strom durch einen entsprechenden Widerstand *R* gehen lassen, damit die anderen Lampen nicht zu viel Strom bekommen. Stellt man die Palette *P* auf den Contact *e*, so brennen die Lampen, wird sie hingegen auf *d* gedreht, so geht der Strom durch den betreffenden Ersatzwiderstand *R*. Solche Schaltungen werden

bei gewöhnlichen Anlagen nur selten und gegenwärtig ausschliesslich nur auf weite Distanzen angewendet, wo Quantitäts-Maschinen wegen der theueren Leitungen, die den Quantitätsstrom zuzuleiten haben, unrationell sind.

In Fig. 317 ist schliesslich noch ein grosses Hauptleitungsnetz für Centralbeleuchtung in grossen Städten skizzirt. Die Durchmesser der Drähte müssen hiebei so gewählt werden, dass kein grosser Spannungsverlust entsteht, denn sonst werden die entfernteren Lampen, wie wir bereits weiter oben bemerkt haben, viel dunkler brennen als die näheren.

Ausserdem sind die Hauptleitungsdrähte von der Maschine zu den einzelnen Ringpaaren so zu vertheilen, dass im Falle einer Durchbrechung einer Hauptleitung an irgend einer Stelle der Strom von einer anderen Seite den Lampen zufliessen kann, ohne Störungen zu verursachen. Von diesen Ringen werden dann die dünneren Zuleitungen zu den kleineren Gruppen oder einzelnen Lampen geführt.

DIE

ELEKTRISCHE KRAFTÜBERTRAGUNG

IM ALLGEMEINEN

VON

JOSEF KOLBE
INGENIEUR, DOCENT AM TECHNOLOGISCHEN GEWERBEMUSEUM.

Da die elektrische Ausstellung in Bezug auf Kraftübertragung verhältnismässig wenig des Instructiven bot, und überdies die elektrischen Eisenbahnen an anderer Stelle des Ausstellungsberichtes behandelt werden, wünschte die Redaction des Berichtes hier eine eingehendere Besprechung der elektrischen Kraftübertragung im Allgemeinen.

Es ist eine gewiss sehr schwierige Aufgabe, heute noch über elektrische Kraftübertragung halbwegs Interessantes zu schreiben, nachdem dieser Stoff schon so vielseitig und von so gediegenen Kräften behandelt worden. Wir wollen deshalb hier besonders möglichste Einfachheit und Gemeinverständlichkeit der Darstellung zu erreichen, und weniger absolut Neues zu bieten trachten.

Bevor wir auf die *Uebertragung* der Kraft oder eigentlich der Arbeit eingehen, wollen wir einen Blick auf das Wesen der Kraft und der Arbeit werfen, da dies zum Verständnis des später Folgenden absolut nothwendig ist.

Um ein Gewicht von 1 *kg* in der Höhe zu erhalten, brauchen wir eine *Kraft*, die Kraft von 1 *kg*; auf eine Unterlage übt das Gewicht eine Druckkraft von 1 *kg* aus.

Wollen wir das Gewicht aber heben, so müssen wir *Arbeit* leisten; es muss ausser der Kraft von 1 *kg* auch noch eine Geschwindigkeit, ein per Secunde zurückgelegter Weg auftreten. Es ist wohl klar, dass weniger Arbeit nöthig ist, um das Kilogramm in einer Secunde ein Meter hoch zu heben, als um es in derselben Zeit zwei Meter hoch, oder in der halben Zeit ein Meter hoch zu heben; die Arbeit wird in den letzteren Fällen doppelt so gross sein. Die Arbeit, die nöthig ist, um 1 *kg* in 1 Secunde 1 *m* hoch, oder etwa 2 *kg* $^1/_2$ *m* hoch etc. zu heben, heisst ein Secunden-Kilogramm-Meter, oder Kilogramm-Meter (*kgm*) schlechtweg. Um also die Grösse einer geleisteten *Arbeit* zu bestimmen, müssen wir die auftretende *Kraft* in Kilogrammen mit dem per Secunde zurückgelegten *Weg* in Metern multipliciren.

75 Kilogramm-Meter nennt man eine Pferdekraft; dies ist eigentlich keine Kraft, sondern eine Arbeit.

Wir sollten also nicht Kraft-, sondern Arbeitsübertragung sagen, denn wir wollen auf der entfernten Station nicht blos einen ruhenden Zug oder Druck hervor-

bringen, sondern die elektrische Maschine soll den Riemen mit einer gewissen Kraft und einer gewissen Geschwindigkeit ziehen, soll Arbeit leisten.

Wenn 1 *kg* mit einer Geschwindigkeit von 1 *m* pro Secunde sinkt, so leistet es die Arbeit von einem Kilogramm-Meter, und kann z. B. ein anderes Kilogramm heben oder irgend eine andere Arbeit verrichten, z. B. mittelst eines Seiles eine Scheibe drehen, die eben der Zugkraft eines Kilogramms nachgibt, also vielleicht so gebremst ist, dass der Reibungswiderstand etwa 1 *kg* das Gleichgewicht hielte. Das sinkende Gewicht leistet jedenfalls so viele Kilogramm-Meter, als es Meter pro Secunde sinkt. Statt des Gewichtes können wir nun mit der Hand ziehen, oder eine Maschine aufstellen, die eine Spannung des Seiles oder Riemens von 1 *kg* bei einer Geschwindigkeit von so viel Meter wie früher hervorbringt.

Wenn also z. B. in einem Treibriemen die Spannung des ziehenden Theils so gross ist, wie die durch angehängte 50 *kg* hervorgebrachte, während der andere Theil des Riemens schlaff ist, und der Riemen mit einer Geschwindigkeit von 8 *m* läuft, so überträgt er eine Arbeit von $50\,kg. \times 8\,m = 400$ Kilogramm-Meter (*kgm*), oder $400 : 75 = 5{\cdot}\dot{3}\dot{3}$ Pferdekräften (HP).

Die etwa von sinkenden Gewichten geleistete Arbeit kann in den verschiedensten Formen bemerklich werden; die Gewichte können, wie schon besprochen, andere Gewichte heben, dann ist die Wirkung mechanische Arbeit; wie wir diese messen, wissen wir bereits (in *kgm*). Die Gewichte können aber auch eine gebremste Scheibe gewaltsam drehen; wir werden dann bemerken, dass die Bremse heiss wird und, wenn wir sie mit Wasser kühlen, dieses um so wärmer abläuft, je stärker die Bremse angezogen ist, oder je schneller die Scheibe bei gleichem Bremsdrucke läuft, d. h. eigentlich, je mehr Arbeit zur Umdrehung der Scheibe geleistet werden musste; es wird weiter keine Wirkung der aufgewendeten Arbeit erkennbar sein, als die auftretende Wärme.

Dass man mittelst Wärme mechanische Arbeit erzeugen könne, lehren uns täglich Dampfmaschinen, Heissluftmaschinen etc.; es ist also gar nicht unmöglich, die an der Bremse entstandene Wärme wieder zur Erzeugung mechanischer Arbeit zu benützen. Diese Wärme ist daher nicht nur als eine Wirkung der geleisteten mechanischen Arbeit, sondern als diese nur in eine andere Form gebrachte Arbeit selbst aufzufassen, ähnlich, wie wenn man etwa einen Goldgulden in zwei Mark umgewechselt hätte.

Wir müssen nun aber die gelieferte Wärmemenge auch messen können und bestimmen, was für Wärmemengen so viel werth sind, als z. B. 1 *kgm*.

Mittelst des Thermometers werden wir die Temperatur des von der Bremse ablaufenden Wassers bestimmen; damit haben wir aber keineswegs genug, denn wir können ja, wenn wir nur mehr Wasser aufgiessen, die Temperatur auch bei grösserem Arbeitsaufwand gleich erhalten; dann wird aber mehr Wasser erwärmt, wozu natürlich eine grössere Wärmemenge erforderlich sein wird.

Wir brauchen also, ausser dem Thermometer, auch noch ein Litermass; wir müssen bestimmen, wie viel Wasser, und um wie viele Grade es erwärmt worden ist; genau so, wie wir bei Bestimmung der mechanischen Arbeit die Kraft in Kilogrammen und den Weg in Metern kennen mussten.

Die Wärmemenge nun, die 1 Liter Wasser um 1° Celsius erwärmt, heisst eine Calorie und ist gleichwerthig 424 Kilogramm-Metern, und wenn die genannte Erwärmung in 1 Secunde vor sich gehen soll, 424 Secunden-Kilogramm-Metern oder 5·7 Pferdekräften. Man könnte also mit 1 HP in 1 Stunde = 3600 Secunden $\frac{3600}{5 \cdot 7} = 632$ Liter Wasser um 1°, oder 6·32 Liter um 100° etc. erwärmen.

Wenn wir aber diesen Versuch durchführen, so werden wir aus der Pferdekraft weniger Wärme bekommen, indem wir einen Theil der Wärme verlieren, weil das Gefäss sich auch erwärmt, d. h. dem Wasser Wärme entnimmt, dieses also abkühlt. Diese Wärme geht uns zwar verloren, wird aber keineswegs vernichtet.

Wir bringen die Wärme, die wir irgend benöthigen, in den seltensten Fällen durch mechanische Arbeit hervor, wir haben hiezu weit bessere Mittel; wir heizen ein, und erhalten für jedes Kilogramm Kohle, Holz, Gas etc., das verbrennt, eine gewisse Wärmemenge.

Wenn wir Zink in verdünnte Schwefelsäure bringen, so wird es darin unter Aufbrausen sich lösen, und die Flüssigkeit wird wieder ganz bedeutend erwärmt, und zwar umsomehr, je mehr Zink aufgelöst wird.

Die Verbrennung und die Auflösung eines Metalls in einer Säure sind einander ähnliche chemische Vorgänge; im ersten Falle verbinden sich Kohlenstoff und Wasserstoff der Kohle, des Gases etc. mit dem Sauerstoff der Luft, im zweiten Falle verbindet sich das Zink mit der Schwefelsäure und dem Sauerstoff des Wassers, und es entsteht immer Wärme, wenn eine chemische Verbindung vor sich geht; umgekehrt muss zur Trennung einer Verbindung Wärme aufgewendet werden, wenn z. B. das Metall aus seinen Verbindungen, den Erzen, ausgeschieden werden soll.

Diese chemischen Processe sind also gleichfalls als eine Art Arbeit aufzufassen; wir können uns vorstellen, dass zwischen der Kohle, dem Gase etc. einerseits, und dem atmosphärischen Sauerstoff andererseits eine gewisse chemische Anziehung bestehe (ähnlich der mechanischen Anziehung zwischen der Erde und irgend einem schweren Körper); lassen wir dieser Kraft freien Lauf, so nähern sich diese Stoffe zur chemischen Verbindung, was einer Arbeitsleistung gleich ist, die nicht verschwinden kann, sondern in irgend einer Weise, z. B. als Wärme, bemerkbar werden muss.

Die Verbrennung einer gewissen Gewichtsmenge Kohle stellt eine gewisse Arbeitsleistung vor; die Verbrennung derselben Gewichtsmenge Wasserstoffgas aber eine viel grössere.

Um bestimmen zu können, wie gross der Arbeits- oder Wärmewerth einer vor sich gehenden chemischen Verbindung ist, genügt es wieder nicht, zu wissen, wie viel an Gewicht sich per Secunde verbindet, sondern wir müssen auch die in Betracht stehenden Stoffe kennen, da sie gewissermassen im gewöhnlichen Zustande verschieden weit von einander abstehen, also verschieden weit haben bis zur chemischen Verbindung.

So leistet beim Verbrennen:

1 *kg* Steinkohle	7000 Calorien	=	2,968.000 *kgm*	=	39.573⅓	HP
1 „ Wasserstoffgas	4462 „	=	14,611.888 „	=	194.825	„
1 „ Leuchtgas	11858 „	=	5,027.792 „	=	67.037	„
1 „ Holz	3250 „	=	1,378.000 „	=	18.373	„

etc. etc., wenn in 1 Secunde 1 Kilo verbrennt;

oder beim Auflösen in Schwefelsäure:

1 *kg* Zink	204 Calorien	=	86·596 *kgm*	=	1·455	HP

Also gibt eine Feuerung, die 1 *kg* Steinkohle per Stunde vollkommen verbrennt, pro Secunde 7000 : 3600 = 1·944 Calorien oder 824 *kgm* = 11 Pferdekräfte an Wärme ab; da aber bei Dampfkesseln eine mehr oder minder unvollkommene Verbrennung stattfindet, ferner die Heizgase noch sehr heiss den Heizraum verlassen, endlich aber der Dampf oder das Condensationswasser ebenfalls sehr heiss ausströmen, so dass der grösste Theil der Wärme von der Dampfmaschine gar nicht in mechanische Arbeit umgesetzt wird, und da auch sonst noch Wärmeverluste vorkommen, so kann man mit 1 *kg* Kohle pro Stunde höchstens 1·3 HP durch die Dampfmaschine erzeugen; gewöhnlich erhält man aber weit weniger.

So kann, wenigstens indirect, die chemische Arbeitsleistung in mechanische und umgekehrt verwandelt werden.

Wir wollen uns nun noch vorstellen, eine auf irgend eine Art hervorgebrachte mechanische Arbeit werde dazu verwendet, die Armatur einer dynamoelektrischen Maschine herumzudrehen. Wir werden sofort bemerken, dass die Maschine ganz leicht geht, fast gar keine Arbeit zum Antrieb benöthigt, wenn der Stromkreis nicht geschlossen, also kein Strom vorhanden ist. Sobald man den Stromkreis schliesst, geht die Maschine schwer, es wird zu ihrer Bewegung eine mehr oder minder grosse Arbeitsleistung nothwendig.

Je stärker der Strom ist, desto schwerer geht die Maschine bei gleicher Geschwindigkeit; der ziehende Riementheil wird dann eine grössere Spannung haben, die Arbeitsleistung (Riemenzug × Riemengeschwindigkeit) wird grösser sein müssen. Schaltet man Leitungswiderstände in den Stromkreis, so wird der Strom schwächer, die Maschine verbraucht weniger Arbeit, geht leichter. Wollen wir wieder die frühere Stromstärke erreichen, so müssen wir die Maschine entsprechend schneller laufen lassen; sie wird dann, wenn die alte Stromstärke wieder erreicht ist, wieder so schwer gehen, wie früher. Da nun aber der Riemen bei gleichem Zuge schneller läuft, sieht man, dass die Maschine jetzt mehr Arbeit verbraucht.

Hat die Maschine z. B. bei 800 Touren und einem gewissen Widerstande 15 Ampères gegeben und etwa 1·5 Pferdekräfte verbraucht, so wird sie vielleicht, wenn wir durch Vermehrung der Widerstände den Strom auf 5 Ampères herabbringen, nur eine halbe Pferdekraft verbrauchen; lassen wir sie nun schneller und schneller laufen, bis wir wieder 15 Ampères haben, so wird sie dann etwa 1600 Touren machen und circa 3 HP benöthigen.

Die Thätigkeit der Maschine ist so aufzufassen, als ob immer von der einen Klemme Elektricität weggezogen und durch die rotirende Armatur zur anderen

Klemme gedrückt würde, etwa wie wenn man durch eine Pumpe Wasser aus einem Reservoir saugt und in ein anderes presst.

Wenn nun die beiden Klemmen oder die beiden Behälter durch eine Draht-, resp. Rohrleitung mit einander verbunden sind, so wird in dieser Leitung ein Strom entstehen, indem die Elektricität oder das Wasser von dem Orte mit dem höheren Drucke zu dem mit niedrigerem fliesst.

Je grösser die Druck- oder Spannungsdifferenz an diesen beiden Orten, also an den beiden Enden der Leitung, und je kürzer und stärker diese, d. h. je geringer der Leitungswiderstand, desto stärker wird der Strom sein, desto mehr Elektricität oder Wasser wird in jeder Secunde durch eine beliebige Stelle der Leitung fliessen.

Die Kraft nun, die einen elektrischen Strom hervorruft, nennt man elektromotorische Kraft. Die Spannungsdifferenz an beiden Klemmen der Maschine ist also die elektromotorische Kraft für den ausserhalb der Maschine circulirenden Strom. Diese Kraft, einem Druck vergleichbar, kann gemessen und in Volts ausgedrückt werden, so wie etwa der Wasserdruck in Centimetern der Wassersäule, der er das Gleichgewicht halten kann.

Bei einem nicht geschlossenen Daniell-Elemente wird die Spannungsdifferenz an beiden Polen immer ca. 1 Volt. Die Klemmenspannung ist also elektromotorische Kraft.

Hätten wir nun in unserem früheren Beispiele die Spannungsdifferenzen zwischen den beiden Klemmen der Maschine jedesmal gemessen, so hätten wir vielleicht im ersten und zweiten Falle 50, im dritten 100 Volts abgelesen; multipliciren wir jedesmal die Klemmenspannung mit der Stromstärke, so erhalten wir 750, 250, 1500 (Zahlen, die sich so zu einander verhalten, wie die jedesmal verbrauchten Pferdekräfte 1·5, 0·5 und 3).

Wir haben hier mechanische Arbeit in elektrische umgesetzt; und ebenso, wie früher die Zugkraft des Riemens allein, oder die Temperatur des erwärmten Wassers allein kein Mass für die geleistete mechanische oder Wärme-Arbeit abgeben konnte, ebenso kann jetzt die Stärke des Stromes allein kein Mass für die im Strome liegende Arbeit sein, da wir z. B. bei unserer Dynamo zuerst und zuletzt 15 Ampères hatten, um diesen Strom hervorzubringen, aber einmal 1·5 und einmal 3 HP brauchten.

Wir finden den Werth der elektrischen Arbeit in irgend einem Theile eines Stromkreisee, wenn wir die Stromstärke mit der Spannungsdifferenz der Enden jenes Stromkreistheiles multipliciren; 1 Amp. $\times$ 1 Volt heisst 1 Voltampère oder 1 Watt und ist gleichwerthig $\frac{1}{9·81}$ oder beiläufig $^1/_{10}$ *kgm*. So war die Stromarbeit im Schliessungskreise unserer Dynamo z. B. im dritten Falle 100 $\times$ 15 = 1500 Watts; also, da 1500 : 9·81 = 152·9 gleichwerthig 152·9 *kgm* oder etwa 2 HP. Verbraucht haben wir aber 3 HP, es ist uns also 1 HP verloren gegangen; bei der Umsetzung von Wärme in mechanische Arbeit, bei der Dampfmaschine, geht ja noch viel mehr verloren.

Die Stromarbeit kann in beliebiger Weise bemerkbar gemacht werden.

Besteht der Schliessungskreis aus Draht, so wird dieser durch den Strom erwärmt, die elektrische also in Wärmearbeit umgesetzt. Ist die Spannungsdifferenz an den Enden eines Drahtes 100 Volt, die Stromstärke 41·6 Amp., so haben wir eine Stromarbeit im Drahte von 4160 Watts oder 4160 : 9·81 = 424 *kgm* = 1 Calorie.

Befindet sich der Draht also in einem Gefässe mit 1 Liter Wasser, so wird dieses in 1 Secunde um 1^0 Celsius erwärmt, also, wenn es anfänglich 10^0 warm war, in $1\frac{1}{2}$ Minuten sieden.

Wir haben früher gesehen, wie die Stromstärke von der elektromotorischen Kraft und dem Widerstande abhängt; sie ist um so grösser, je grösser die elektromotorische Kraft und je geringer der Widerstand ist, lässt sich also rechnen, indem man die elektromotorische Kraft in Volts durch den Widerstand in Ohm's dividirt (Ohm'sches Gesetz.)

Um im äusseren Stromkreise eine gewisse Stromstärke hervorzurufen, muss eine entsprechende Klemmenspannungs-Differenz (nach Ohm's Gesetz gleich der Stromstärke $\times$ dem Widerstand) vorhanden sein; da aber der Gesammtwiderstand des Stromkreises noch um den Widerstand der Maschine grösser ist, so muss die eigentliche elektromotorische Kraft der Maschine, welche die besagte Stromstärke im Gesammtwiderstand hervorzubringen hat, grösser sein, als die Spannungsdifferenz an den Klemmen der Maschine; sie wird gefunden, wenn man diese um das Product: innerer Widerstand der Maschine $\times$ Stromstärke vermehrt.

Eine Quecksilbersäule von 1 mm^2 Querschnitt und 106 *cm* Länge hat den Widerstand 1 Ohm = 1 Ω; $\frac{1 \text{ Volt}}{1\,\Omega} = 1$ Ampère.

Da in unserem Falle die elektromotorische Kraft, 100 Volt, dividirt durch den Widerstand des Drahtes eine Stromstärke 41·6 geben muss, so wird dieser Widerstand 100 : 41·6 = 2·4 Ohm betragen müssen (100 : 2·4 = 41·6), indem sich der Widerstand aus der Division der elektromotorischen Kraft durch die Stromstärke finden lässt; kennt man endlich Stromstärke und Widerstand, so lässt sich die Spannungsdifferenz, die nöthig ist, um diese Stromstärke in diesem Widerstand hervorzubringen, rechnen, indem man die beiden letzteren mit einander multiplicirt.

Der Arbeitswerth des Stroms in einem Leiter wird also gefunden, wenn man die Spannungsdifferenz an seinen Enden mit der Stromstärke multiplicirt; da wir aber eben ausgeführt, dass die Spannungsdifferenz gleich ist dem Widerstand $\times$ der Stromstärke, so ist jener Arbeitswerth auch zu finden, wenn wir Widerstand $\times$ Stromstärke mit der Stromstärke multipliciren, d. h. die mit sich selbst multiplicirte Stromstärke mit dem Widerstande; in unserem Beispiel $41·6 \times 41·6 \times 2·4 = 4160$ Watts, wie früher.

Haben wir aber, statt nur Drähte einzuschalten, ein oder mehrere Gefässe mit angesäuertem Wasser in den Stromkreis gesetzt, so dass der Strom in jedem aus einem (Platin-) Drahtende in's Wasser, aus diesem in's andere eingetauchte Drahtende und weiter gehen muss, so hat der Strom zweierlei Arbeit zu verrichten; die Drähte und das Wasser zu erwärmen, dem Strom und dem Widerstande gemäss, und auch das Wasser zu zersetzen.

Wäre der Strom wieder 41·6 Amp., jene Widerstände 1 Ω, die elektromotorische Kraft 100 Volt, so würden für jene Widerstände $41{\cdot}6 \times 41{\cdot}6 \times 1 = 1731$ Watts auf Erwärmung verwendet, und da die Gesammtarbeit $100 \times 41{\cdot}6 = 4160$, so bleibt zur Wasserzersetzung $4160 - 1731 = 2492$ Watts, was beiläufig 3·2 cm^3 pro Secunde zersetzten Wassers entspricht.

So gewinnen wir die Stromarbeit als Wärme- und als chemische Arbeit.

Eine Glühlampe trägt einen durch den Strom zu erwärmenden Leiter; die nöthige Stromarbeit, und die dieser gleichwerthige mechanische Arbeit in Kilogramm-Metern oder Pferdekräften lassen sich leicht bestimmen, wenn man die nöthige Stromstärke mit sich selbst und dem Widerstande der Lampe im heissen Zustande, oder die einfache Stromstärke mit der nöthigen Spannungsdifferenz multiplicirt.

Schalten wir eine Bogenlampe ein, so wird diese an ihren Klemmen vielleicht 50 Volt Spannungsdifferenz zeigen, und $50 \times 41{\cdot}6 = 2080$ Watts (= 2·8 HP) verbrauchen, das andere verbrauchen die Zuleitungsdrähte etc.

Die Bogenlampe entfaltet dann für etwa 420 Watts Licht, und für 1660 Watts Wärme.

Schliesslich können wir auch noch eine Dynamo-Maschine in den Stromkreis schalten.

Sobald der Strom durch diese läuft, beginnt sie zu rotiren und wird irgend eine Arbeit leisten können. Aber auch hier wird wieder ein Theil der Arbeit auf Erwärmung verloren gehen, wenn wir auch die vielleicht recht kurzen und dicken Zuleitungsdrähte nicht zu rechnen brauchen; auch die Drähte der Maschine bieten dem Strome Widerstand, z. B. 0·5 Ω, also wird hier $41{\cdot}6 \times 41{\cdot}6 \times 0{\cdot}5 = 865$ Watts oder 88 *kgm* gleich 1·17 HP als Erwärmung der Maschine auftreten, also für uns verloren gehen, während $4160 - 865 = 3295$ Watts oder 336 *kgm* = 4·5 HP als mechanische Arbeit von der Maschine geleistet werden müssten. In Wirklichkeit werden, gewisser, sich der Berechnung grösstentheils entziehender Vorgänge in der Maschine wegen, etwas weniger als 4·5 HP, vielleicht 4 HP, von der Maschine abgenommen werden können.

Man wird bemerkt haben, dass in den letzten Beispielen Spannungsdifferenz, Widerstände und Stromstärke, scheinbar entgegen dem Ohm'schen Gesetze, nicht im Einklange mit einander stehen, da im ersten Beispiel (mit den Wasserzersetzungs-Apparaten) diese drei Grössen 100 Volt, 1 Ohm und 41·6 Ampères betrugen, während $100 : 1 = 100$ und nicht $= 41{\cdot}6$. Im letzteren Falle (mit der Dynamo) würden ja 100 Volt und 0·5 Ohm 200 Ampères und nicht 41·6 geben.

Dies erklärt sich in folgender Weise:

Im Betriebe befindliche Zersetzungs-Apparate, sowie Elektromotoren geben nämlich eine elektrische Spannung, eine elektromotorische Kraft, die, wenn sie allein da wäre, einen entgegengesetzten Strom hervorbrächte, so aber den vorhandenen Strom so schwächt, als ob nicht eine Spannung von 100 Volts ursprünglich dagewesen wäre, sondern um jene Gegenkraft weniger.

Wir können diese Gegenkraft daher ganz einfach rechnen, indem wir von den vorhandenen 100 Volts diejenige elektromotorische Kraft abziehen, die der thatsächlichen Stromstärke und dem Widerstande entspricht; also 100 — 41·6

$\times 1 = 58{\cdot}4$ Volt in dem einen, und $100 - 41{\cdot}6 \times 0{\cdot}5 = 79{\cdot}2$ Volt in dem anderen Falle.

Wir haben bisher gesehen, wie die mechanische, die Wärme-, die chemische und die elektrische Arbeit sich zu einander verhalten, in einander umsetzen lassen, oder eigentlich nur Formen einer und derselben, und der einzigen Naturkraft sind. Diese Naturkraft nennt man Energie, und dieselbe ist ebenso unvergänglich und ebenso unmöglich, aus Nichts hervorzubringen, wie die Materie. Wenn z. B. ein Theil der elektrischen Stromarbeit als Wärme bestimmten Zwecken verloren geht, so wird derselbe deshalb noch keineswegs vernichtet; die Wärme theilt sich der Luft mit u. s. w., vertheilt sich und kommt irgendwo hin, kann aber nie verschwinden; ähnlich wie ausgegossenes Wasser verdunstet, als Dunst vielleicht irgend einer Wolke zukommt, dann als Regen wieder niederfällt, verdampft, zersetzt, aber nie vernichtet werden kann.

Man kann aber auch gar keine Form der Energie aus Nichts hervorbringen, man ist darauf angewiesen, dieselbe dem unerschöpflichen Vorrathe der Natur zu entnehmen und sie in die gewünschte Form als Wärme, mechanische Arbeit oder dergleichen zu bringen; schliesslich müssen wir sie aber der Natur vollinhaltlich wieder zurückgeben.

So wie man eine gewisse Gewichtsmenge Materie nur vermehren kann, wenn man andere Materie hinzuthut, so ist dies auch mit der Energie; eine Maschine, welche die Energie selbstthätig vermehrt, ohne irgendwo her dieses Mehr zu nehmen, ist also undenkbar. Ein Perpetuum mobile, das Arbeit aus Nichts hervorbringt, ist gerade so unmöglich, als eine Maschine, die einen Stoff aus Nichts macht, und eine Maschine, die etwa 5 Minuten lang mit einer Hand aufgezogen, dann 5 Stunden lang eine Pferdekraft abgibt, ebenfalls.

Leider finden sich immer wieder Personen, die, statt die Erfahrung Anderer zu benützen, durch eigenen Schaden klug werden wollen, und dem Gespenst des Perpetuum mobile und ähnlichen verrückten Dingen ihre Zeit, ihr Vermögen, ihr und ihrer Angehörigen Lebensglück und schliesslich ihren Verstand opfern, obwohl sie sich in der einfachsten Weise und kürzesten Zeit mit einigem guten Willen die schlagendsten Beweise von der Unsinnigkeit ihres Strebens verschaffen könnten. Am verlockendsten in dieser Hinsicht scheint meist das geheimnisvolle Wirken der Elektricität.

Um die besprochenen Formen der Energie miteinander zu vergleichen wollen wir wiederholen, dass

1 Voltamp. (Watt)	= 0·1019 *kgm*	= 0·00136 HP	= 0·00024	Calorien
9·81 „	= 1 „	= 0·0133 „	= 0·00236	„
736 „	= 75 „	= 1 „	= 0·177	„
4159 „	= 424 „	= 5·653 „	= 1	„

Die Beziehungen zwischen diesen Formen der Energie und der chemischen und der leuchtenden näher zu präcisiren, würde zu weit führen; wir wollen nur erwähnen, dass zur secundlichen Zersetzung eines Liters Wasser etwa 20.000 Pferdekräfte nöthig wären.

Aus dem bisher Besprochenen ist zu ersehen, dass eigentlich jede elektrische Anlage eine elektrische Kraftübertragung, besser Arbeitsübertragung, bezweckt:

es ist ja am Ende gleichgiltig ob die elektrisch übertragene Energie als mechanische Arbeit, Licht, Wärme, oder chemische Thätigkeit Anwendung findet.

Um das Wesen einer elektrischen Kraftübertragung besser erfassen zu können, wollen wir die elektrische gleichzeitig mit einer Uebertragung durch Wasser betrachten.

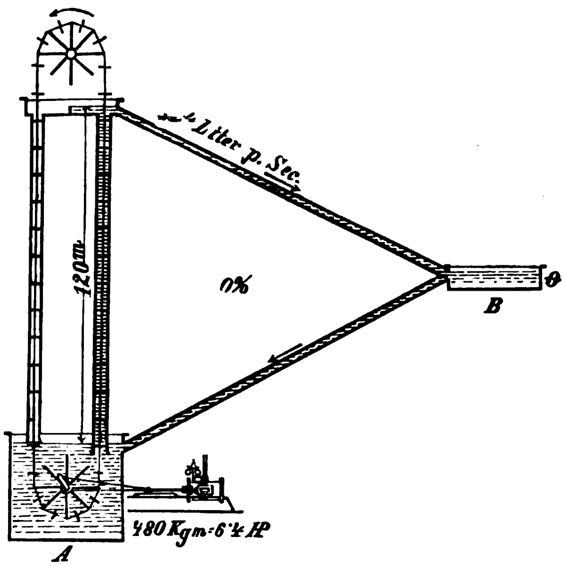


Fig. 318.

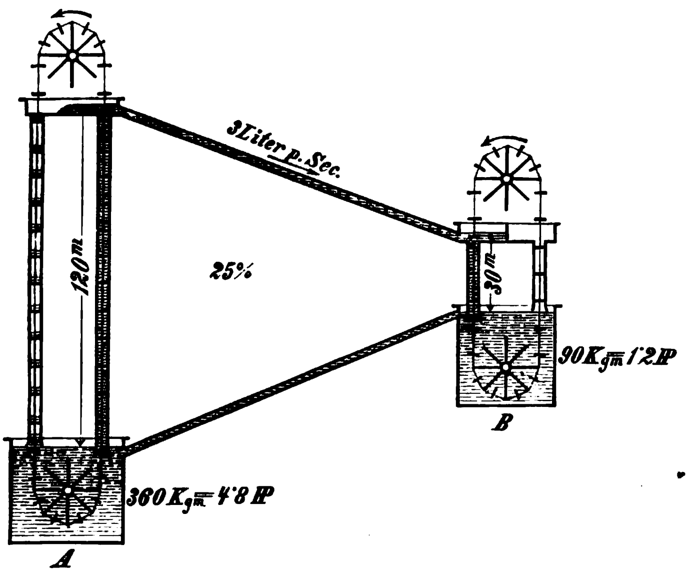


Fig. 319.

Wir wollen die Kraft eines in *A* befindlichen Motors in *B* benützen, und denken uns hiezu in *A* eine Pumpe angebracht, die per Secunde 4 Liter (= 4 *kg*) Wasser 120 *m* hoch in ein Rohr hebt, in dem es nach *B* laufen soll.

Dort soll das Wasser irgend einen hydraulischen Motor treiben und soll dann durch ein anderes Rohr wieder zurück nach *A* laufen.

Zuerst versuchen wir (Fig. 318), damit das Wasser gut ablaufe, die Rohre möglichst stark zu neigen, bis sie in *B* in gleiche Höhe kommen. Wir haben jetzt zwar eine starke Strömung des Wassers, aber in *B* steht uns gar keine

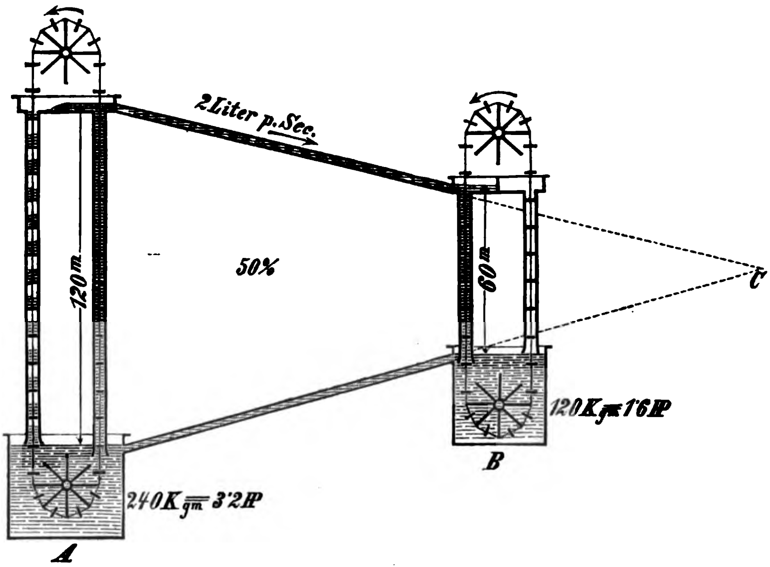


Fig. 320.

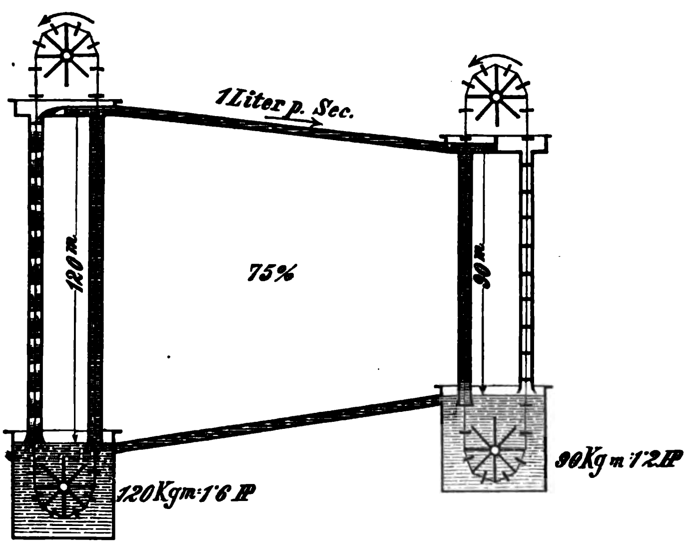


Fig. 321.

Fallhöhe zur Verfügung, wir können hier also auch keinen Motor treiben, keine Arbeit gewinnen. Wir versuchen weiter, und neigen die Rohre weniger stark (Fig. 319); da bekommen wir in *B* eine ausnützbare Fallhöhe, z. B. 30 *m*; da das Wasser jetzt aber langsamer fliesst, so kommt weniger Wasser nach *B*, als

früher; wenn früher 4 Liter per Secunde, so kommen jetzt, der verminderten Gefälle der Röhren halber, nur mehr 3 Liter hier an. Früher musste die Maschine in *A* 4 *kg* 120 *m* per Secunde heben, also 4 × 120 = 480 *kgm* = 6·4 HP leisten, was vollkommen umsonst verschwendete Arbeit war. Jetzt hebt die Maschine (man sehe die Figur), nur mehr 3 Liter per Secunde, leistet also nur 3 × 120 = 360 *kgm* = 4·8 HP, davon können wir in *B* 3 × 30 = 90 *kgm* = 1·2 HP wieder gewinnen.

Da 1·2 HP 25 % von 4·8 HP sind, und wir mit einem Güteverhältnis von 25 %, also 75 % Verlust noch nicht zufrieden sind, so heben, resp. senken

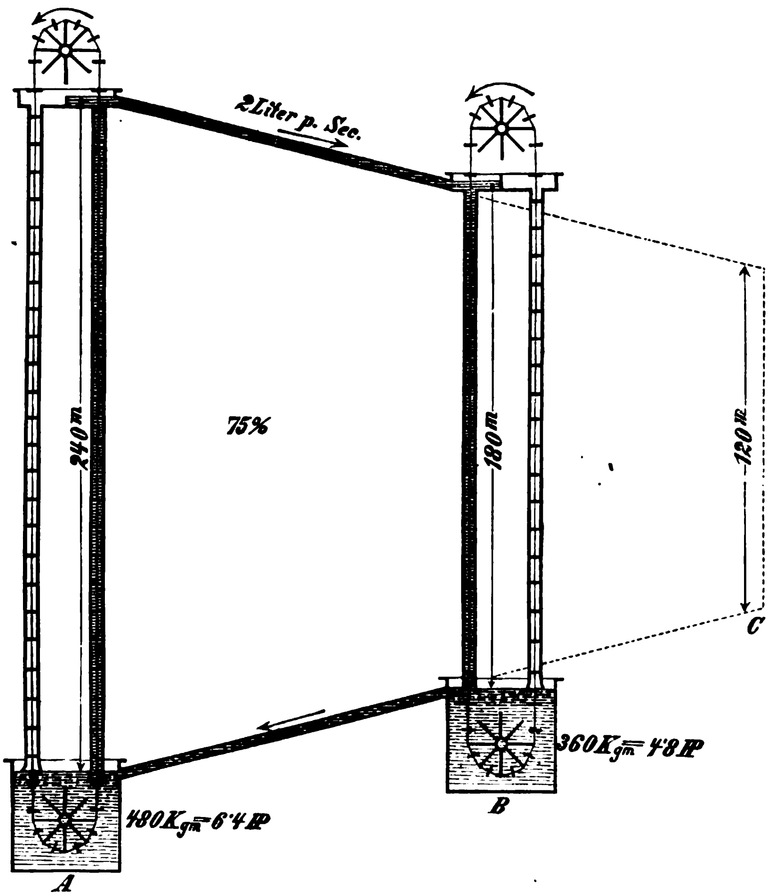


Fig. 322.

wir die Rohre noch weiter (Fig. 320), bis zu einer Fallhöhe von 60 *m* in *B*; nun werden wir noch weniger Wasser in *B* bekommen, halb so viel wie im Anfang, also 2 Liter per Secunde; ebensoviel wird die Maschine in *A* heben müssen; diese muss also 2 × 120 = 240 *kgm* = 3·2 HP leisten, und wir erhalten in *B* 2 × 60 = 120 *kgm* = 1·6 HP; sowohl die Leistung in *B*, d. i. der Nutzeffect, ist gestiegen (um 0·4 HP), als auch das Güteverhältnis, das 50 % erreicht hat.

Wendet man Rohre von doppeltem Querschnitt, oder doppelte Rohre an, so dass wieder 4 Liter abfliessen können, der Leitungswiderstand also geringer ist, so wird *A* $120 \times 4 = 480\,kgm = 6{\cdot}4$ HP leisten müssen, *B* $4 \times 60 = 240\,kgm = 3{\cdot}2$ HP abgeben. Die weiteren oder doppelten Rohre kommen aber, wenn *B* weit von *A* entfernt ist, sehr theuer, so dass wir andere Mittel suchen wollen, um unsere Anlage zu verbessern.

Wir behalten die einfachen Rohre, und verschaffen uns in *B* eine Fallhöhe von 90 *m* (Fig. 321). Wir vermindern dabei das Gefälle der Leitungen so weit, dass nur mehr 1 Liter Wasser per Secunde abfliesst. Die Arbeit der Maschine in *A* sinkt wieder, sie ist jetzt $1 \times 120 = 120\,kgm = 1{\cdot}6$ HP, wogegen die disponible Arbeit in *B* $1 \times 90 = 90\,kgm = 1{\cdot}2$ HP ist.

1·2 sind 75% von 1·6; das Güteverhältnis ist also wieder günstiger geworden, der Nutzeffect aber ist von 1·6 HP auf 1·2 HP zurückgegangen.

Liegen endlich die Rohre horizontal, so hat die Maschine in *A* eigentlich gar keine Arbeit mehr zu verrichten, es fliesst gar kein Wasser mehr nach *B*, und dort wird auch gar keine Arbeit geleistet. Der Nutzeffect ist Null, das Güteverhältnis aber, da in *B* gerade so viel geleistet wird, als man in *A* aufwendet, (nämlich Nichts) ist 100%. ($0:0$ muss in diesem Falle $= 1$ gesetzt werden.)

Den besten Nutzeffect erreichen wir bei 50% Güterverhältnis, wenn wir aber mit geringerem Nutzeffect zufrieden sind, wird die Arbeit in *B* billiger.

Versuchen wir weiter; bleiben wir vorerst bei der Fallhöhe 60 *m*, die uns 50% ergäbe, dann legen wir die ganze Hinleitung, bei gleichbleibender Neigung um 120 *m* höher (Fig. 322). Die Maschine in *A*, die 4 Liter per Secunde 120 *m* hoch hebt, wird auch 2 Liter 240 *m* hoch heben können.

Bei der vorliegenden Neigung werden durch unser Rohr eben 2 Liter abfliessen. Die Hubhöhe ist nun 240 *m*, die Fallhöhe 180 *m*; der Arbeitsaufwand in *A* also $2 \times 240 = 480\,kgm = 6{\cdot}4$ HP, die Leistung in *B* $2 \times 180 = 360\,kgm = 4{\cdot}8$ HP. Nun haben wir bei 75% Güteverhältnis einen weit grösseren Nutzeffect als früher erhalten.

Wenn wir also die Hubhöhe vergrössern, so können wir mit geringerem Wasserstrome viel Arbeit mit wenig Verlust übertragen.

Hätten wir früher (Fig. 320) bei der einer Fallhöhe in *B* von 60 *m* entsprechenden Neigung der Rohre die Uebertragung weiter, bis *C* führen wollen, so hätten wir hier wieder gar keine Fallhöhe, also keine Arbeitsleistung.

Die um 120 *m* höher gelegte Rohrleitung ergibt in *C* aber noch eine Fallhöhe von 120 *m*; da durch die doppelt langen Rohre nur 1 Liter per Secunde abfliesst, ist der Arbeitsaufwand in *A* $240 \times 1 = 240\,kgm = 3{\cdot}2$ HP; die Leistung in *C* $120 \times 1 = 120\,kgm = 1{\cdot}6$ HP; wir haben also Leistung und Güteverhältnis wie in Fig. 320, nur auf die doppelte Distanz.

Die Anwendung möglichst grosser Hubhöhen und im umgekehrten Verhältnis geringerer Wassermengen ist also in jeder Hinsicht vortheilhaft.

Um dem Bilde einer elektrischen Kraftübertragung einen Schritt näher zu kommen, cassiren wir die Kettenpumpe in *A*, und stellen eine gewöhnliche Druckpumpe auf, die, statt das Wasser zu heben, es in's Rohr drückt, durch das es

horizontal nach *B* fortfliesst, wo es z. B eine Ph. Mayer'sche Wassersäulen-Maschine antreibt.

Bei *A* wird das Wasser mit einem Druck, der einer Wassersäule von 120 resp. 240 *m* Höhe entspricht, in's Rohr gedrückt; durch die Reibung im engen Rohr verliert das Wasser allmälig an Druck, wie früher die Höhe bis *B* fortwährend abgenommen hat, so dass es mit einem entsprechend geringeren Druck in die Wassersäulen-Maschine tritt.

Damit es nach *A* zurückfliesst, muss es den Wassermotor noch mit einem gewissen Druck verlassen, gerade so wie wir früher das Wasser noch in einer gewissen Höhe ausfliessen musste, so dass wir jetzt nicht den ganzen nach *B* übertragenen Druck ausnützen können, wie früher die Fallhöhe verringert werden musste.

Steht nun in *A* eine Dynamo-Maschine, von der Drähte nach *B* führen, wo ein Apparat eingeschaltet ist um die hier anlangende Stromarbeit in irgend einer Form auszunützen, so werden wir in Bezug auf Spannung und Stromstärke ganz ähnliche Verhältnisse finden, wie bei der Wasserübertragung.

Die vom Voltmeter angezeigte Spannungsdifferenz der Klemmen in *A* repräsentirt die Hubhöhe, zwischen je zwei von *A* gleich weit entfernten Punkten der Hin- und Rückleitung finden wir immer geringere Spannungsdifferenzen je näher wir an *B* kommen, entsprechend der Neigung der Rohre; die Spannungsdifferenz an den Klemmen des Apparates in *B* ist die ausnützbare Fallhöhe.

Diese können wir grösser machen, wenn wir den in *B* eingeschalteten Widerstand, oder die hier auftretende Gegenkraft vergrössern; dadurch wird, wie früher, der Strom schwächer, und mit ihm der Arbeitsaufwand in *A*, während das Verhältnis der Leistung in *B* zum Aufwand in *A* steigt; und die grösste Leistung bekommen wir in *B*, wenn dieselbe 50%, die Hälfte des Aufwandes in *A* beträgt.

Je schwächer der Strom, desto geringer der Verlust in der Leitung, hier wie dort; wir können wieder die Leitung verstärken, oder die Spannungsdifferenzen in *A* und *B* erhöhen.

Dies stimmt auch mit unseren früheren Betrachtungen über Stromarbeit; wäre der Strom z. B. 20 Ampère, der Leitungswiderstand 4 Ω, so ist der Spannungsverlust in der Leitung nach dem Ohm'schen Gesetze $4 \times 20 = 80$ Volts; wir können, um z. B. den halben Verlust zu erreichen, den Leitungsquerschnitt verdoppeln, oder die Stromstärke (bei entsprechend erhöhter Spannung) halbiren, da $2 \times 20 = 4 \times 10 = 40$ ist.

Der Energieverlust in der Leitung war anfänglich $20 \times 20 \times 4$ (Stromstärke $\times$ Stromstärke $\times$ Widerstand) $= 1600$ Watts $= 163$ *kgm* $= 2{\cdot}2$ HP in der doppelt starken Leitung, $20 \times 20 \times 2 = 800$ Watts $= 82$ *kgm* $= 1{\cdot}1$ HP, endlich in der einfachen Leitung bei halber Stromstärke $10 \times 10 \times 4 = 400$ Watts $= 41$ *kgm* $= 0{\cdot}5$ HP. Da die doppelt starke Leitung theurer ist, wir aber mit der halben Stromstärke noch weniger Verlust haben, entscheiden wir uns wenn möglich für letzteren, denn eine Dynamo für halbe Stromstärke und doppelte Spannung bis zu gewissen Grenzen, also gleiche Leistung in Watts kostet auch

nicht viel mehr als die andere, und wir können ja mit jeder Stromstärke bei geeigneter elektromotorischer Kraft beliebige Energiemengen darstellen.

Da wir hier hauptsächlich die Uebertragung mechanischer Arbeit besprechen sollen, also die elektrische Arbeit in der zweiten Station in mechanische umwandeln sollen, so wollen wir das Verhalten der Dynamo-Maschinen als Stromerzeuger, sowie als Motor einer näheren Betrachtung unterziehen.

Stellen wir uns zwei zusammengeschaltete, ganz gleich gebaute Dynamos, mit Elektromagnet im Hauptstrom vor, von denen die eine *A* durch irgend einen Dampf-, Wasser-, Gas- oder dgl. Motor angetrieben, einen Strom durch die andere *B* sende. (Fig. 323.)

Maschine *A* nennen wir Generator, Stromerzeuger, Primär- oder Vorder-Maschine; Maschine *B* Motor, Kraftmaschine. Secundär- oder Hinter-Maschine.

Indem die Drähte auf dem Ring (oder der Trommel) der Maschine *A* oben von links nach rechts, unten in entgegengesetzter Richtung durch die magne-

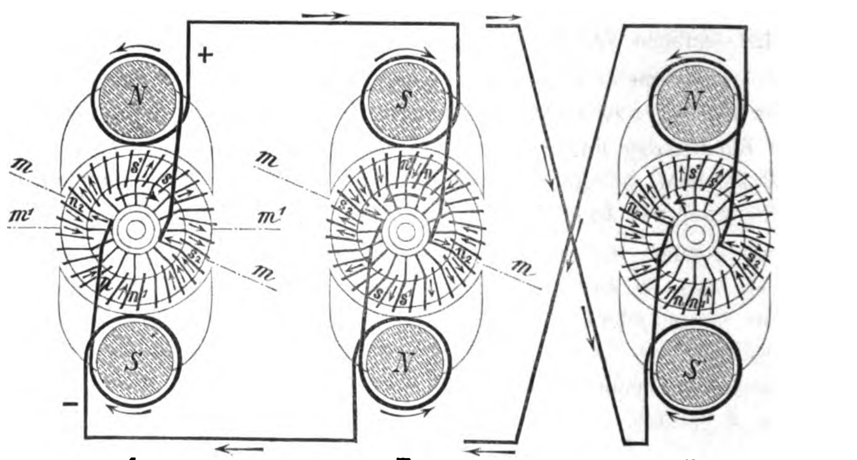


Fig. 323.

tischen Felder zwischen den Elektromagnetpolen *N*, *S* und den von diesen im Ringkerne inducirten Polen *s n* laufen, entstehen die angedeuteten Ströme. (S. auch „Die elektr. Maschinen." Seite 65.)

Durch die rechte Bürste gelangt der Strom, nachdem er den oberen Theil des Elektromagneten umflossen, in die Leitung zur Maschine *B*, dann zurück, um den unteren Elektromagneten, zur linken Bürste in den Collector und den Ring.

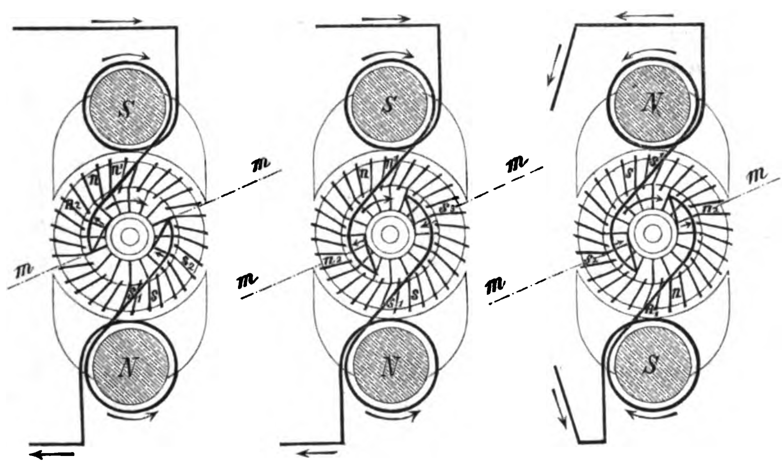
In der Maschine *B* sehen wir den Strom zunächst den oberen Elektromagneten in anderer Richtung umkreisen, als in *A*, ebenso den Ring und den unteren Elektromagneten; die Elektromagnetpole werden also hier umgekehrt sein.

Wie die Drehung entsteht, können wir uns kurz etwa folgendermassen erklären. Denken wir den Ring durch *mm* zerschnitten, so sehen wir, dass derselbe eigentlich zwei sich mit den gleichnamigen Polen berührende Halbring-Elektromagnete vorstellt; u. zw. wird, bei der Bewicklungsweise, die wir hier angenommen, der Ring an der Eintrittsstelle des Stromes einen Nordpol n_2, an der

gegenüberliegenden einen Südpol s_2 aufweisen. (Sehen wir einen Südpol gerade an, so muss der Strom in der Richtung des Uhrzeigers kreisen.)

Da nun die gleichnamigen Pole N und n_2, S und s_2 sich abstossen, die ungleichnamigen N und s_2, S und n_2 sich anziehen, so wird eine Drehung des Ringes erfolgen u. zw. im entgegengesetzten Sinne wie in der Maschine A; die Maschine wird gegen die Bürsten laufen, was nach längerer Zeit, wenn die Bürsten etwas abgenützt sind, ein Aufbiegen und Verwirren der Bürstendrähte zur Folge haben wird. Die Maschine soll daher nach den Bürsten laufen und wir versuchen dieselbe umgekehrt einzuschalten (Fig. 323 B_1). Nun werden Elektromagnete und Ring in derselben Weise durchflossen wie in A, werden also die entgegengesetzten Pole wie in B zeigen, die Drehungsrichtung aber bleibt dieselbe, gegen die Bürsten; N und n_2, S und s_2 stossen sich ab, N und s_2, S und n_2 ziehen sich an.

Wir müssen uns also anders helfen; verbinden wir (Fig. 324) die Bürsten anders als in A mit dem Elektromagneten, wie z. B. in C.



C *D* *D₁*

Fig. 324.

Nun wird, wie eine einfache Betrachtung der Figur lehrt, die Drehung im gewünschten Sinne erfolgen. Es wird sich aber ein anderer Uebelstand zeigen. Wenn die Maschine früher gar keine Funken an den Bürsten gezeigt hat, werden diese, besonders bei grösseren Maschinen, jetzt in einer beunruhigenden Weise Feuer geben.

An Maschine A (Fig. 323) sehen wir, dass der Elektromagnet im Ring-Eisen einen Südpol s_1 oben, einen Nordpol n_1 unten hervorruft; der entstandene Strom aber, der links aus der Bürste in den Ring tritt und rechts aus dem Ring in die Bürste, dieser Strom erzeugt in der bereits früher erwähnten Weise im Ring links einen Nordpol n_2 und rechts einen Südpol s_2, so dass der eigentliche Nordpol des Rings unten links, der Südpol oben rechts liegt, etwa bei n und s, die neutralen Stellen des Ringes, die von beiden Polen gleich weit entfernt sind, werden also auch nicht in der Linie $m'm'$, sondern in der Linie mm liegen und in der Ebene mm müssen die Bürsten anliegen, sie dürfen eben nur mit den

Enden solcher Ringspulen in Berührung sein, die gerade nicht stromerzeugend wirken.

Daher kommt die immer etwas schiefe Bürstenstellung. Bei Maschine *B* und B_1 liegt die neutrale Ebene *mm* so wie in *A*, daher die Stellung der Bürsten richtig ist und an denselben keine Funken entstehen.

Wird aber die Umschaltung wie in *C* vorgenommen, so kommt der Nordpol *n* des Rings oben links, der Südpol *s* unten rechts zu liegen und die neutrale Ebene *mm*, liegt anders als früher, daher nun die Bürstenstellung unrichtig ist und am Collector starke Funken auftreten, die erst wieder verschwinden, wenn wir die Bürsten, wie in *D* zurückziehen.

Bei Gramme'schen Maschinen sind die Bürsten gewöhnlich nicht zum Verstellen eingerichtet und man gibt der Maschine dann, wenn sie nicht als Stromerzeuger, sondern als Kraftmaschine arbeiten soll, eine Armatur, wie Fig. 325 zeigt.

Hier ist der Collector etwas gegen den Ring verdreht, so dass die Bürsten, obwohl in ihrer gewöhnlichen Stellung und den Collector in *AA* berührend, doch mit den Theilen *bb* des Rings in Berührung stehen, die gerade durch die neutrale Ebene *mm* laufen.

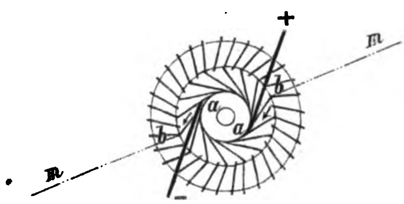


Fig. 325.

Beim Stromerzeuger müssen die Bürsten also etwas in der Drehungsrichtung vorgeschoben, bei der Kraftmaschine aber etwas zurückgezogen sein (wenn man nicht für letzteren Fall eine eigene Armatur anwendet).

Fig. 326 zeigt zwei zur Kraftübertragung zusammengeschaltete Dynamo-Maschinen mit Elektromagnet im Nebenschluss. (S. „die elektrischen Maschinen" S. 69, Fig. 62.) Wir finden, dass die Nebenschluss-Maschine als Motor eingeschaltet immer nach den Bürsten laufen wird, diese müssen aber entsprechend zurückgestellt werden, um Funken zu vermeiden und die beste Wirkung zu erzielen.

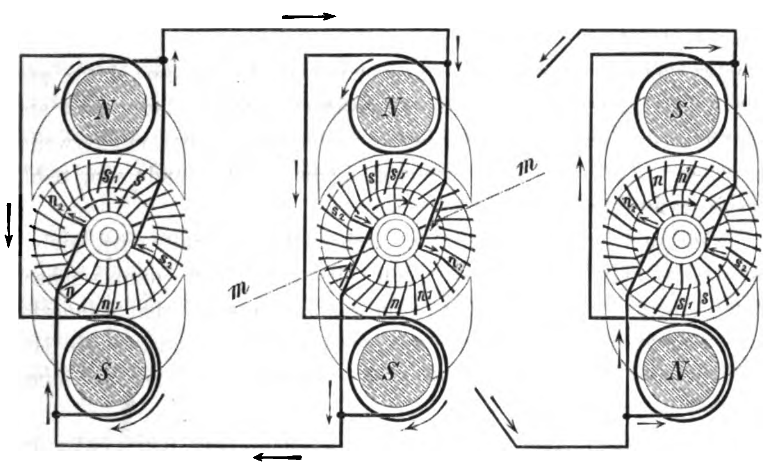
Es werden übrigens fast durchgehends Maschinen mit Elektromagnet im directen Strom zur Kraftübertragung verwendet; bei elektrischen Eisenbahnen od. dgl., wenn mehrere Secundärmaschinen von einander unabhängig arbeiten sollen, nimmt man als Stromerzeuger Compound-Maschinen.

Wenn wir nun die beiden Dynamo's (Fig. 323) betrachten, so werden wir finden, dass in B_1 die Armatur zwischen gleichen Magnetpolen wie in *A* in umgekehrter Richtung rotirt; so wie in *A* durch die Bewegung eine elektromotorische Kraft entsteht, die den angedeuteten Strom hervorbringt, wird nun auch in *B* eine elektromotorische Kraft auftreten, die den entgegengesetzten Strom zu erzeugen strebt und um so stärker ist, je schneller der Motor *B* läuft; Maschine *B* wird vom Strome in entgegengesetzter Richtung durchlaufen, wie *A*, der zwischen

den Bürsten umgekehrt laufende Ring wird eine elektromotorische Kraft im selben Sinne wie in *A* hervorrufen, in jedem Falle also schwächt die Bewegung des Motors den Strom. Diese Gegenkraft hat nun einige eigenthümliche Erscheinungen zur Folge.

Setzen wir die Primärmaschine in Gang und schliessen dann die Leitung, so wird sich im ersten Moment der elektromotorischen Kraft der Maschine *A* und den geringen Widerständen beider Maschinen und der Leitung entsprechend ein sehr starker Strom zeigen; *B* beginnt zu laufen, rotirt immer schneller, die Gegenkraft tritt auf, wächst, und der Strom wird immer schwächer, so dass das Ampèremeter ihn oft gar nicht mehr anzeigt, dabei läuft dann die secundäre Maschine meist schneller als die primäre.

Bei einem Versuche mit zwei (bis auf die Bürstenstellung) ganz gleicher Gramme'schen 5-Lichtmaschinen betrug die Geschwindigkeit der Primärmaschine 1500, die der secundären 1700 Touren pro Minute.



A *B* *C*

Fig. 326.

Wir setzen dabei natürlich voraus, dass der Motor (*B*) leer läuft, ohne etwas zu betreiben.

Es ist nun klar, dass der Motor um so stärker zieht, je stärker der Strom ist, bei so schnellem Laufe und geringem Strome wird er also fast gar nicht ziehen und leicht fast ganz aufzuhalten sein.

So wie wir aber den Motor bremsen, oder ihn irgend eine Arbeit verrichten lassen, so dass er langsamer gehen muss, nimmt die besagte elektromotorische Gegenkraft ab, der Strom wächst, und der Motor entwickelt um so mehr Kraft, zieht um so stärker, je langsamer er läuft, am stärksten, wenn wir ihn ganz aufhalten.

Im letzteren Falle kann aber der Strom so stark werden, dass die Drähte der Maschinen dadurch glühend werden, diese also verbrennen, wenn nicht schon vorher der Antriebsriemen der Primärmaschine in Folge des schweren Ganges abfällt; denn der Stromerzeuger geht um so schwerer, je stärker der Strom ist.

Der Stromerzeuger *A* wird in der Richtung des Pfeiles von der Dampfmaschine oder dgl. herumgetrieben; durch den hervorgebrachten Strom und die Wirkung der Elektromagnetpole entstehen im Ring die Pole *n* und *s*, welche, die Pole *S* und *N* anziehend, die Maschine entgegengesetzt herumzudrehen suchen, u. zw. um so stärker, je stärker die Pole *ns* und *NS* sind, je stärker also der Strom ist.

Im Generator entsteht eine mechanische Gegenkraft, die dessen Gang erschwert; im Motor eine elektrische, die den Strom schwächt, es wirkt immer ein durch Bewegung hervorgebrachter Strom der Bewegung, und eine durch den Strom hervorgebrachte Bewegung dem Strom entgegen (Lenz'sche Regel).

Im Anfange also, wenn die Maschine *B* leer und sehr schnell läuft, geht *A* ganz leicht; je mehr *B* beansprucht wird, desto schwerer geht auch *A*.

Der Motor wird anfänglich, wo er so rasch umläuft, aber gar nicht zieht, gar keine Arbeit leisten; hält man ihn ganz auf, so wird er zwar stark ziehen, aber wieder keine Arbeit leisten, da diese ja das Product aus Kraft und Geschwindigkeit ist.

Bei fortwährend wachsender Beanspruchung wird also der Motor anfänglich immer mehr Arbeit abgeben bis zu einer gewissen Grenze, dann wird sich seine Arbeitsleistung wieder bis Null vermindern; da der Strom aber mittlerweile immer stärker geworden, wird der Stromerzeuger immer mehr und zum Schluss am meisten Arbeit verbrauchen.

Das Verhältnis der geleisteten zur verbrauchten Arbeit wird hiebei immer ungünstiger, zuerst sind beide nahezu Null, also fast gleich, dann wachsen beide, die geleistete Arbeit des Motors aber langsamer als die für den Generator nothwendige, so erreicht die erstere ihren höchsten Punkt, wenn sie die Hälfte der letzteren beträgt und nimmt dann wieder ab, während der Generator immer mehr und mehr Arbeit verbraucht.

Man wird in der Praxis am besten thun, wenn man annimmt, dass man circa 50% der verbrauchten Arbeit am Motor wieder gewinnen kann, man kommt gewiss sehr schwer über 60%.

Wir haben nun früher den Satz aufgestellt, dass Arbeit gerade so wenig wie Materie verschwinden könne, wenn also der Motor nur die Hälfte der vom Generator verbrauchten Arbeit wiedergibt, wohin kommt die andere Hälfte? und wohin kommt die ganze Arbeit, wenn wir den Motor ganz aufhalten?

Jeder Leiter, durch den ein Strom fliesst, wird um so stärker erwärmt, je stärker der Strom; unseren Maschinen und der Leitung geht es ebenso; da diese Erwärmung aber auch eine gewisse Arbeit repräsentirt, so werden wir dadurch umsomehr Arbeit verlieren, je stärker der Strom; abgesehen davon, entstehen in den Maschinen noch unbenützbare sog. Foucault'sche Ströme, welche die Eisenkerne erwärmen, also auch Arbeit verbrauchen.

Nach obigen Betrachtungen ergibt sich noch eine Vorsichtsmassregel als nothwendig.

Wenn die Primärmaschine läuft, und man, um die secundäre in Gang zu setzen, den Stromkreis schliesst, wird anfänglich, so lange die Secundärmaschine langsam geht, der Strom ausserordentlich stark sein; dies kann, besonders wenn

der Motor sofort stark anziehen muss, also nicht schnell in's Laufen kommt, beide Maschinen gefährlich erhitzen; man wird also anfänglich Widerstände in den Stromkreis schalten, um den Strom entsprechend zu schwächen und diese in dem Masse nach und nach ausschalten, als der Motor schneller geht, wobei man eventuell ein Ampèremeter beobachten kann, damit die Stromstärke nicht zu hoch steigt.

Es kommt manchmal vor, dass die vom Elektromotor angetriebene Vorrichtung bald vor, bald rückwärts laufen soll, wie z. B. bei elektrischen Eisenbahnen, Aufzügen etc. Siemens & Halske geben dem Motor dann zwei Bürstenpaare, von denen immer eines zum Anliegen am Collector gebracht werden kann, so dass die Maschine immer nach den richtig gestellten Bürsten läuft. Man kann aber die Umkehrung der Bewegungsrichtung auch durch Veränderung des Zwischenmechanismus erreichen, wobei der Motor dann immer in derselben Richtung läuft und die Maschine einmal direct, einmal indirect, durch ein Zwischenrädchen antreibt. Zum Stillstand des betreffenden Apparats braucht man dann den Strom gar nicht zu unterbrechen, sondern man rückt einfach den Motor aus, so dass dieser leer läuft (dann geht auch die Primärmaschine ganz leicht).

Bevor wir auf die Anlage einer elektrischen Kraftübertragung übergehen, wollen wir noch Anwendbarkeit und Zweckmässigkeit dieser Uebertragungsart besprechen.

Bei kürzeren Distanzen und leichter Zugänglichkeit des Ortes, wohin die Kraft geleitet werden soll, dürfte man meist mit einer einfachen Drahtseiltransmission besser wegkommen, sind aber die Distanzen grösser, der Kraftabgabsort nicht leicht zugänglich (z. B. ein Ventilator auf dem Dachboden eines Theaters, die Winde am oberen Ende eines Aufzugsschachtes od. dgl.), oder soll der Motor beweglich sein, innerhalb nicht zu enger Grenzen transportabel, so wird schwerlich eine andere Uebertragung so gute Resultate geben, oder so bequem sein, wie die elektrische, indem hier die Verluste mit der Distanz allerdings wachsen, man aber doch durch geeignete Combination von Maschinen und richtige Wahl der Leitungen auf etliche Meilen kommen kann, ohne wenigstens viel mehr als 50% zu verlieren.

Verluste ergeben sich übrigens auch bei anderen Uebertragungsarten, mittelst Drahtseil, Wasser oder Luft.

Beringer, der in einem sehr sorgsam durchgearbeiteten Werke das elektrische „Ferntriebwerk" mit dem Wasser-, Luft- und Drahtseiltriebe kritisch vergleicht, indem er jede einzelne dieser Uebertragungsarten sehr eingehend behandelt, gibt für eine Entfernung, Triebwerkslänge von 100 *m*, 500 *m*, 1000 *m* die Verluste für Drahtseil, Luft-, Wasser- und elektrische Uebertragung

	Dr.	L.	W.	El.
bei 100 *m* mit . . .	4%,	45%,	50%,	31%
bei 500 *m* mit . . .	7%,	45%,	50%,	32%
bei 1000 *m* mit . .	10%,	45%,	50%,	34%

Bis 1 Kilometer gibt also das Drahtseil die bestmöglichen Resultate; auch die Anlagekosten stellen sich für das Drahtseil günstiger; denn obwohl die langen Drahtseile sammt den etwa 9 Unterstützungsrollen desselben und den Lagerstühlen

neunmal so theuer sind als die Drahtleitung des elektrischen Triebwerks, braucht man für dieses noch die beiden elektrischen Maschinen, die das Ganze so vertheuern, dass das elektrische Triebwerk um $^1/_3$ mehr kostet, als das Drahtseil

Die dort angegebenen Verluste des elektrischen Triebwerkes entsprechen den Versuchen Marcel Deprez's und erscheinen sehr gering; man wird wohl gewöhnlich etwas mehr annehmen müssen.

Für 5 Kilometer gibt Beringer die Verluste mit 40%, 50%, 60%, 40% an, hier wäre also das elektrische Triebwerk dem Drahtseiltrieb gleichwertig und die Anlagekosten sind bei Uebertragungen bis 50 Pferdekräften beim elektrischen Trieb geringer als beim Drahtseil, da die Maschinen nicht so viel mehr kosten, als bei 1000 *m* Entfernung und die elektrische Leitung nicht so sehr in's Gewicht fällt, während der Drahtseiltrieb natürlich sozusagen per Meter bezahlt werden muss.

Für 10 Kilometer sind die Verluste mit 64%, 50%, 65% und 49% angegeben. Hier ist das elektrische Triebwerk das beste von allen; auch die Anlagekosten sind für das elektrische Triebwerk am geringsten.

Bei 20 Kilometer endlich finden wir die Verluste mit 87%, 60%, 80%, 68%, also beim Drahtseiltrieb, der anfänglich der beste war, am grössten u. zw. so gross, dass gewiss niemand mehr einen so langen Drahtseiltrieb ausführen wird; dabei sind auch die Anlagekosten sehr hoch. Als bestes zeigt sich jetzt das Lufttriebwerk, dessen Anlagekosten sind aber bei 100 übertragenen Pferdekräften circa 2 mal, bei 5 Pferdekräften beinahe 10 mal so hoch als beim elektrischen, so dass diesem der Vorzug gebührt.

Im Schlussworte sagt Beringer: „Wirft man noch einmal einen Rückblick auf die gefundenen Resultate, so sieht man, dass für alle die Fälle, in denen die Anwendung eines Drahtseiltriebwerkes ausgeschlossen ist, das elektrische Triebwerk vor dem Wasser- und Lufttriebwerk bei weitem den Vorzug verdient. Wenn hingegen auch das Drahtseiltriebwerk in Betracht zu ziehen ist, so liefert dieses bis zu Längen von 1 Kilometer eine wesentlich billigere Kraft, als die übrigen und erst zwischen 1 und 5 Kilometer tritt das elektrische wieder an die Spitze."

Wenn Beringer auch augenscheinlich die Verluste bei der elektrischen Uebertragung geringer angibt, als sie gewöhnlich sind, so dürfte doch, besonders, wenn das Drahtseil nicht anwendbar ist, z. B. wenn die Leitung in einer stark gebrochenen Linie in einer Stadt, im Wald oder Gebirge laufen soll, oder wenn sie rasch hergestellt sein soll, endlich gewiss auf grösseren Entfernungen, das elektrische Triebwerk unersetzlich sein.

Wir wollen nun betrachten, wie man etwa bei Herstellung einer elektrischen Kraftübertragungs-Anlage vorzugehen hätte.

Es sind hier verschiedenartige gegebene Fälle denkbar: man will vielleicht einige bei einer grossen Dampfmaschine noch übrige Pferdekräfte in einiger Entfernung von dieser zu irgend einem Zwecke ausnützen, und die Anwendung des Drahtseiles scheint aus irgend einem Grunde nicht geeignet, vielleicht ist auch eine Lichtmaschine vorhanden, die tagsüber ruhig steht, und nun benützt werden soll, um irgend einen Aufzug oder dgl. anzutreiben, u. s. w.

So lange es sich hier nur um kleine Kräfte handelt, bis gegen 10 disponible, oder bis gegen 5 benöthigte Pferdekräfte, ist die Installation sehr einfach. Man wird leicht von einer renommirten Firma eine Dynamo-Maschine erhalten, die, obwohl für Beleuchtung construirt, für den vorliegenden Fall als Primärmaschine ganz brauchbar ist, wenn sie normal ca. so viele Pferdekräfte consumirt, als man etwa disponibel hat, oder doppelt so viele, als man benöthigt. Eine gleiche, oder auch eine etwas kleinere Maschine wird als Motor dort aufgestellt, wo man die Arbeit benützen will.

Nach Dietrich müsste dies eine Maschine sein, die als Generator benützt, normal halb so viel Arbeit verbraucht als die eben besprochene Primärmaschine; sie muss aber für dieselbe Stromstärke berechnet sein.

Für z. B. 7—8 disponible Pferdekräfte wird sich eine Gramme'sche 5-Licht-Maschine (12 Ampère und 300 Volt Klemmenspannung) empfehlen, von einer zweiten solchen als Motor aufgestellten Maschine wird man auch bei grösseren Entfernungen 3—4 Pferdekräfte abnehmen können.

Wenn man aber für denselben Arbeitsaufwand etwa eine Maschine für drei starke Lichter (zu 25 Amp.), oder eine für vielleicht 8 schwächere (zu 8 Amp.) bekäme, so wäre besonders für längere Leitungen die letztere zu wählen, indem man immer möglichst schwache Ströme anwenden soll.

Soll eine etwa schon vorhandene Lichtmaschine benützt werden, so kann man, wenn der Motor weniger als die Hälfte der von der Lichtmaschine normal verbrauchten Arbeit liefern soll, und besonders wenn er möglichst leicht und transportabel sein soll, auch eine kleinere, für schwächeren Strom und geringere Spannung bestimmte Maschine als Motor verwenden, etwa für eine Gramme'sche 5-Lichtmaschine von normal 12 Ampère, eine 3-Lichtmaschine von normal 8—9 Ampère, die grosse Maschine wird dann auch nicht mehr als die Hälfte der von der kleinen geleisteten Arbeit verbrauchen, und wenn der Elektromagnet der secundären Maschine schwächer als der der Primärmaschine ist, so wird die secundäre sehr gleichmässig schnell laufen, sie mag stark oder schwach beansprucht werden, während bei gleich grossen Maschinen der Motor immer langsamer geht, je stärker er arbeiten muss.

Als Leitung nimmt man am einfachsten blanken Draht aus chemisch reinem Kupfer, welches Material jetzt nicht mehr so bedeutend theurer ist, als gewöhnliches Kupfer, während letzteres oft einen mehrmal grösseren spec. Widerstand hat als ersteres.

Bei kleinen Kräften und mässiger Entfernung ist eine ganz genaue Berechnung der Leitung auf ihre geringsten Kosten nicht so nothwendig, man wird also den Leitungsdurchmesser so wählen, dass höchstens 5% der vom Generator gelieferten elektrischen Arbeit vom Widerstand der Leitung aufgezehrt, d. h. in Wärme der Luft mitgetheilt wird. Für 5% Verlust rechnet sich der Querschnitt des zu wählenden Drahtes, indem man die Gesammtlänge desselben also Hin- und Rückleitung mit der Stromstärke und 0·32 multiplicirt und durch die Klemmenspannung des Generators dividirt. Für 3% wird statt 0·32, 0·53 gesetzt, nämlich 1·6 dividirt durch die Percentzahl.

Beispiel: Zum Betriebe eines Aufzuges werden 3—4 Pferdekräfte benöthigt, in der Nähe ist eine Fabrik mit einer grossen Dampfmaschine, von wo die Kraft zu beziehen wäre. Wir wählen als Generator sowie als Motor Gramme'sche 5-Licht-Maschinen, der Motor wird am oberen Eude des Aufzugsschachtes, also auf dem Dachboden placirt, und treibt mittelst Riemen eine einfache Winde. Gewöhnlich ist der Riemen nicht gespannt, und der Motor läuft leer, zum Auffahren wird der Riemen mittelst einer Zugleine gespannt; zum Abfahren lässt man mittelst eines zweiten Zugseiles die Bremse nach. Die Leitung würde als blanker Kupferdraht über die nächsten Dächer, oder längs der Häuser unterhalb des Dachsaumes hingeführt, und sei im Ganzen 800 *m* lang.

Die Klemmenspannung des Generators ist 300 Volt, die Stromstärke 13 Ampères.

$$800 \times 13 = 10400,$$
$$10400 \times 0\cdot32 = 3328,$$
$$3328 : 300 = 11\cdot09.$$

11 mm^2 muss also die Leitung im Querschnitt haben: in der Kreistabelle finden wir für eine Kreisfläche von 11·09 einen Durchmesser von 3·7, wir werden also einen 3·7 *mm* starken Draht aus chemisch reinem Kupfer (Elektrolytkupfer) verwenden.

Verwenden wir statt dieser Gramme-Maschine Gramme'sche oder Schuckert'sche 8-Licht-Maschinen, die bei einer Klemmenspannung von 450 Volt 8 Ampère Stromstärke liefern, so erhalten wir, da

$$800 \times 8 = 6400,$$
$$6400 \times 0\cdot32 = 2048 \text{ und endlich}$$
$$2048 : 450 = 4\cdot55;$$ also 4·5 mm^2 Leitungsquerschnitt, was einem Durchmesser von 2·4 *mm* entspricht.

Verwendet man aber zwei solche Dynamos, hinter einander geschaltet, als Primärmaschinen, so kann die secundäre Maschine, bei gleichbleibender Leitung ca. 6 HP abgeben, wie dies bei der elektrischen Kraftübertragung auf der Ausstellung zu Steyr der Fall gewesen sein soll.

Eine Maschine, die also für den Verbrauch einer gewissen Anzahl Pferdekräfte gebaut ist, kann also beiläufig eben so viel Arbeit abgeben, wenn zwei solche, oder eine grössere Maschine als primäre verwendet wird; diese grössere muss aber für beiläufig die doppelte Spannung construirt sein, so wird man z. B. eine Maschine für 4 Lichter gut mit einer für 8 Lichter von derselben Stromstärke antreiben können; hätte man aber als Motor etwa eine Einzellichtmaschine genommen, so käme diese dermassen schnell in's Laufen, dass dies gefährlich werden könnte; eine Einzellichtmaschine, getrieben von einer Gramme'schen 5-Lichtmaschine kam bis auf 5000—6000 Touren per Minute.

Ein anderer merkwürdiger Fall, der etwa bei Uebertragung kleiner Kräfte vorkommen könnte, ist das freiwillige Umkehren des Motors, wenn derselbe eine magnetelektrische Maschine ist, d. h. Stahlmagnete besitzt.

Läuft dieser Motor leer, so wird er immer schneller laufen, dann plötzlich langsamer zu gehen anfangen und rasch bis zu momentanem Stillstand kommen, um sofort umzukehren, rascher und rascher zu laufen, und so das Spiel immerfort zu wiederholen. Läuft der Motor nicht leer, so kommt dies nicht vor, der

arbeitende Motor geht immer nach einer Richtung fort, und kommt gar nicht zu so grosser Geschwindigkeit, dass seine elektomotorische Gegenkraft die elektromotorische Kraft der Primär- (Dynamo-) Maschine überwinden könnte, so dass diese dann umpolarisirt, den entgegengesetzten Strom geben würde, der den Magnet-Motor in anderer Richtung herumtreibt.

Für die Ausführung einer grösseren Kraftübertragungs-Anlage für grössere Kräfte und grössere Distanzen sind nun ganz eigenthümliche Beziehungen massgebend.

Man muss trachten die Anlagekosten, sowie die Verluste beim Betrieb so gering als möglich zu machen, diese Bedingungen schliessen sich aber theilweise gegenseitig aus; billige Anlage erfordert dünne Leitung, diese gibt aber mehr Verluste als eine dicke Leitung, welche wieder theuer herzustellen ist.

Vor allem wird man möglichst geringe Stromstärken, also hohe Spannungen anzuwenden suchen, indem man so auch bei dünneren weniger kostspieligen Leitungen kleinere Verluste erhält; gegen die Gefahren der hohen Spannung muss man sich eben schützen.

Uppenborn's Rath, nicht über 700 Volt zu gehen, wird wohl nicht gut befolgt werden können, indem man, um z. B. 50 Pferdekräfte in einer Entfernung von 10 *km* von einer vorhandenen Wasserkraft zu bekommen, und in der Leitung nur 5% zu verlieren, bei 700 Volt Klemmenspannung an der Primärstation für den 75·1 Ampère starken Strom einen Kupferdraht von 25 *mm* Durchmesser, also gegen 90.000 *kg* Gewicht benöthigen würde; bei einer Spannung von $3 \times 700 = 2100$ Volt hätte man bei einer Stromstärke von 25 Ampère einen Draht von nur $\frac{25}{3} = 8·3$ *mm* Durchmesser und ca. 10·000 *kg* Gewicht benöthigt, der natürlich auch 9mal billiger gewesen wäre.

Wenn wir bei diesem zufällig angenommenen Beispiele bleiben wollen, werden wir zunächst finden, dass $\frac{4}{3} \times 50$ Pferdekräfte als elektrische Arbeit in die Secundärmaschine geleitet werden muss, damit diese 50 Pferdekräfte abgebe, wenn wir ihr 75% Güteverhältnis zudenken; die Maschine muss also 66·7 HP aufnehmen. Von der Arbeit, die die Primärmaschine verbraucht, kommen 75% in die Leitung, gehen also 25% in der Maschine verloren, weitere 5% verlieren wir der Annahme nach in der Leitung, also kommen 70% von der ursprünglichen Arbeit an der Secundärmaschine an, d. i. 66·7 HP, was also $^7/_{10}$ der aufgewendeten Arbeit ist, diese ist also $\frac{10}{7} \times 66·7 = 95·3$ HP, davon treten in die Leitung 75% = 71·4 HP, in die Secundärmaschine 66·7 HP, und an dieser werden 50 HP nutzbar.

Wenn die Klemmenspannung in der Primärstation 2100 Volts betragen darf, so können wir die nöthige Stromstärke rechnen, indem wir wissen, dass die in die Leitung tretenden 71·4 HP = $71·4 \times 736$ Voltampères sind,

$$71·4 \times 736 = 52565,$$
$$52565 : 2100 = 25 \text{ Ampères}.$$

Da der Verlust in der Leitung sich aus deren Widerstand, zweimal multiplicirt mit der Stromstärke rechnen lässt, so lässt sich umgekehrt, wenn man weiss wie viel man verlieren darf, der zulässige Widerstand der Leitung rechnen, indem man jenen Verlust in Voltampères zweimal durch die Stromstärke dividirt, oder durch das Product aus derselben mit sich selbst. Der Leitungsverlust ist 5% von 95·2 HP, also 4·76 HP, 4·76 × 736 = 3503 Voltampères, 3503 : 25 = 140·12, 140·12 : 25 = 5·6 oder, da 25 × 25 = 625, 3503 : 625 = 5·605 Ohms Widerstand.

Da nun der Widerstand eines Kupferdrahtes gefunden wird, wenn man seine Länge durch seinen Querschnitt dividirt, und mit 0·016 multiplicirt, so finden wir den Querschnitt des 20.000 *m* langen Drahtes, wenn wir seine Länge durch seinen Widerstand (5·6) dividiren und mit 0·016 multipliciren.

$$20.000 : 5{\cdot}605 = 3.568{\cdot}27;$$
$$3.568{\cdot}27 \times 0{\cdot}016 = 57;$$

für diesen Querschnitt ist der Durchmesser 8·5 mm^2.

Da nun eine Berührung dieser Leitungsdrähte besonders beider gleichzeitig von den schlimmsten Folgen sein kann, müssen diese Drähte sorgfältig isolirt sein, doch dürfte wohl genügen die Hin- und die Rückleitung auf getrennten Stangenreihen zu führen, den blanken Draht möglichst hoch auf Porzellandoppelglocken zu spannen, und die ganze Leitung gut zu beaufsichtigen.

Unterirdische Kabelleitungen hätten zwar den Vortheil grösserer Sicherheit gegen muthwillige oder zufällige äussere Verletzung, kämen aber sovielmal theurer, da die Ausführbarkeit grösserer Uebertragungen dadurch sehr in Frage gestellt erschiene und man hat noch keine genügende Kenntnis davon wie sich die Isolirmittel dieser Kabel auf die Dauer gegen hohe Spannungen verhalten; endlich könnten auch durch Kabel etwa mit Erdarbeiten beschäftigte Personen getödtet werden, was bei einer einigermassen hochliegenden Luftleitung nicht so leicht denkbar ist.

Spannungen bis 2000 Volt scheinen sich noch gut in Luftleitungen isoliren zu lassen, und es ist zu erwarten, dass dies auch noch bei höheren Spannungen gelingt.

Maschinen mit bis 2000 Volt Spannungsdifferenz an den Polklemmen sind vielfach gebaut worden, doch scheinen sie weniger betriebssicher, auch sind solche Maschinen bisher nur für geringe Stromstärken gebaut worden.

Es wird sich aus den verschiedensten Gründen empfehlen, wenn grössere Kräfte in's Spiel kommen, statt je einer Maschine an jeder der beiden Stationen deren mehrere anzuwenden.

Wir stellen z. B. in dem vorigen Falle in der Primärstation vier Maschinen auf, deren jede 520—530 Volt Spannung und 25 Ampères gibt oder 5 Maschinen mit je 420 Volt und schalten diese wie die Elemente einer Telegrafenbatterie hintereinander; ähnlich werden wir in der anderen Station vorgehen, hier werden aber nicht so viele Maschinen nöthig sein, da 1. schon durch die Leitung 25 × 5·6 = 140 Volts verloren gehen und wir also nur mehr 1960 Volts Spannungsdifferenz im Ganzen haben und 2. die Maschinen ja nicht so viel zu leisten

haben, die in der Primärstation haben 95·3 HP aufzunehmen, die anderen aber nur 66·7 HP; wir werden mit 2—3 Secundärmaschinen ausreichen.

Sollte sich nun an einer dieser 6—8 Maschinen ein Unfall ereignen, so braucht nicht gleich der ganze Betrieb eingestellt zu werden, man kann mit weniger Maschinen fortarbeiten, oder aber eine bereitgehaltene Reserve-Maschine verwenden; ferner kommen an jeder einzelnen Maschine nur 400—500 Volts Spannungsdifferenz vor, was die Maschinen betriebssicherer und auch für das Personal weniger gefährlich macht.

Endlich sind bereits viele Dynamos in der Grösse der hier anzuwendenden gebaut, grössere aber seltener, so dass auch schon deshalb kleinere Maschinen betriebssicherer erscheinen müssen.

Das Personale kann noch besonders geschützt werden, indem man, was übrigens auch aus anderen Gründen anzurathen, die Maschinen sorgfältig isolirt und auch den Boden um sie herum mit Kautschuk oder Glas belegt, so dass auch der die Maschine berührende Mann isolirt ist, trägt dieser dann endlich wenigstens an einer Hand einen Gummihandschuh, so ist eine Beschädigung kaum denkbar. Stellt man an jeder Station noch eine Reserve-Maschine auf, so werden die gesammten 8, resp. 10 Maschinen heute ca. 20.000 fl. kosten; es wiegen 20.000 *m* 8·5 *mm* starken Kupferdrahtes ca. 10.000 Kilo; denn 8·5 . 8·5 = 68·89,

68·89 × 3·14 = 226·8,

226·8 : 4 = 56·7 mm^2 Drahtquerschnitt,

56·7 × 20.000 = 1,134.200 = das Volum des Drahtes in cm^3, da jeder cm^3 Kupfer 8·9 *g* wiegt, so ist das Gewicht des Leitungsdrahtes 1,134.200 × 8·9 = 10,049.380 *g*, oder ca. 10.000 *kg*, sein Preis etwa 10.000 fl.

Setzen wir auf je 40 Meter eine Telegraphenstange, so werden diese 500 Stangen 2000 fl. kosten, die ganze Leitung also 12.000 und sammt Setzen der Stangen und Aufziehen des Drahtes etwa 13.000 fl., so dass die ganze elektrische Anlage etwa 33.000 fl. kostet.

Die Ausführung einer solchen grossen Anlage stösst also auf keine unüberwindlichen Schwierigkeiten; eine andere Frage ist die, ob derartiges auch praktisch wirklich gewinnbringend sein könne.

Wenn wir z. B. in Wien zum Betriebe einer Fabrik, Mühle od. dgl. 50 HP benöthigen und 10 Kilometer von Wien eine gegen 100 HP repräsentirende Wasserkraft zur Verfügung hätten, so werden wir zu berechnen suchen, wie hoch die besagte Arbeitsleistung etwa per Stunde oder Tag einerseits käme, wenn wir die vorhandenen entfernten Kräfte elektrisch mit ca. 50% Verlust herbeileiteten und andererseits, wenn wir hier in Wien eine 50 HP Dampf- oder Gasmaschine aufstellen.

Kommen wir in letzterem Falle billiger weg, so werden wir gewiss die Ferntransmission fallen lassen.

Schon die Kosten der Wasser-Anlage für 100 HP können ausserordentlich verschieden sein, da z. B. bei 200 *m* Gefälle eine kleine Wassermenge und ein kleiner Wassermotor ausreicht, während bei 2 *m* Gefälle die hundertfache Wassermenge und dem entsprechend eine viel grössere Wasserkraftmaschine erforderlich ist.

Rechnen wir die Wasseranlage mit 10.000 fl., so sind die Gesammtherstellungskosten etwa:

Wassermotor sammt Vorgelegen etc.	10.000 fl.
Elektrische Maschinen	20.000 fl.
Leitung	13.000 fl.
Herstellungskosten circa	45.000 fl.

Dies ergibt bei 10 jähriger Amortisation und 5% iger Verzinsung jährlich 5827 fl.

Wenn nun per Arbeitsstunde Wartung 0·40 fl.
Oel etc. 0·08 fl.
Reparaturen 0·01 fl. gerechnet werden,
der Betrieb also 0·49 fl. kostet, so kommt derselbe per Stunde in Pferdekraft auf 1 kr.

Hiezu kommt noch die auf die jährlichen Arbeitsstunden zu vertheilende Amortisationsquote von 5827 fl.; diese beträgt:

a) bei etwa 12 wöchentlichen oder per Jahr 600 Arbeitsstunden per Stunde und HP 19·4 kr.

b) bei 5 täglichen Arbeitsstunden und jährlich 300 Arbeitstagen pro Stundenpferdekraft 7·8 kr.

c) bei 10 täglichen Arbeitsstunden und jährlich 300 Arbeitstagen pro Stundenpferdekraft 3·9 kr.

d) bei 20 täglichen Arbeitsstunden und 300 Arbeitstagen pro Stundenpferdekraft 1·9 kr.

e) bei täglich 22 Stunden und 360 Arbeitstagen im Jahr pro Stundenpferdekraft 1·5 kr.

f) bei täglich 24 Stunden und 360 Arbeitstagen 1·3 kr.

Rechnen wir hiezu noch die faktischen Betriebskosten mit 1 kr. per Stundenpferdekraft, so stellt sich diese

bei *a)* auf 20·4 oder
„ *b)* „ 8·8,
„ *c)* „ 4·9,
„ *d)* „ 2·9,
„ *e)* „ 2·5,
„ *f)* „ 2·3 kr.

Eine statt der elektrischen Transmission aufgestellte 50 HP Dampfmaschine kostet 15.000 fl.; ihre Amortisation und Verzinsung unter denselben Umständen wie früher beträgt also 1943 fl.

Die Betriebskosten per Stunde und Pferdekraft sind beiläufig

Brennmaterial	3·2	kr.
Oel	0·15	„
Wartung	0·7	„
Reparaturen etc. . . .	0·5	„
zusammen	4·1	kr.

So kostet die Pferdekraft per Stunde

a)	10·5 kr.
b) .	6·7 „
c) .	5·4 „
d) .	4·7 „
e) .	4·6 „
f) .	4·5 „

Eine 50 HP Gasmaschine kostet 10.000 fl.; also ist ihre Amortisation und Verzinsung 1295 fl.

Die Betriebskosten sind:

Gas	10	kr.
Oel	1	„
Wartung	0·4	„
Reparaturen, Kühlwasser	0·1	„
zusammen	11·5	kr.

Demnach wird die Pferdekraft per Stunde kosten:

a)	15·8 kr.
b) .	13·2 „
c) .	12·3 „
d) .	11·9 „
e) .	11·8 „
f) .	11·8 „

Der Vergleich kann natürlich je nach den Umständen ganz anders ausfallen als der hier vorliegende; es sollten hier nur die massgebenden Gesichtspunkte angedeutet werden.

Jedenfalls wird die elektrische Anlage weitaus am meisten kosten, ihr Betrieb aber am wenigsten, so dass sie um so mehr empfehlenswert scheint, auf je mehr Arbeitsstunden die Amortisationsquote zu vertheilen ist.

Da nach Ablauf der hier angenommenen Amortisationsfrist die Maschinen noch gut erhalten sein werden, so ist dann die Kraft ganz besonders billig.

Nehmen wir eine längere Amortisationsfrist an, so wird die Ferntransmission in noch günstigerem Lichte den genannten Motoren gegenüber stehen, wir können also so ziemlich nach Belieben grosse oder kleine Kosten für die übertragene Pferdekraft herausrechnen.

Aus diesem Grunde haben wir auch in Bezug auf die Leitung eine möglichst einfache Berechnung angestellt, während es klar ist, dass die Amortisation einer dünnen Leitung weniger ausmacht als die einer dicken, der Arbeitsverlust in ersterer ist aber grösser; wie in Anbetracht dessen die billigste Leitung herzustellen sei, darüber wird viel gestritten, und es ist noch keineswegs erwiesen, wer von all' den Streitenden Recht hat.

Von practisch ausgeführten Kraftübertragungen wollen wir zunächst in Oesterreich hergestellte erwähnen.

Unmittelbar nach Schluss der elektrischen Ausstellung in Paris 1881 wurde über Veranlassung und nach den Angaben des Maschinen-Directors der priv.

öst.-ung. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft, Herrn Ernest Polonceau in der Hauptwerkstätte der genannten Gesellschaft in Simmering eine zweifache elektrische Kraftübertragung und zwar unter Benützung der für dort bereits angeschafft gewesenen Beleuchtungsmaschinen hergestellt. Die eine dieser beiden Gramme'schen 5-Lichtmaschinen sendet ihren Strom durch eine ca. 200 *m* lange Leitung, blanker Kupferdraht auf Porzellanglocken ruhend, in eine ganz ähnliche Maschine, die sich von der primären nur durch den Ring (siehe Fig. 325) unterscheidet.

Diese treibt vermittelst einer Transmissionswelle die Arbeitsmaschinen der Kupferschmiede; eine Drehbank, einen Federhammer und eine Rohrstutzenpresse. Bei vorgenommenen Messungen ergab sie am Bremszaum 3·4, 3·8 und 4·5 HP, während das Riemen-Dynamometer an der Primärmaschine 6·2, 7 und 9·3 verbrauchte Pferdekräfte aufwies, es zeigten sich also Güteverhältnisse von 54, 53, 48%. Bei eingeschalteten Widerständen entsprechend einem 6 *km* langen Kupferdraht von 4 *mm* Durchmesser, oder einem 12 *km* langen von $5^2/_3$ *mm* Durchmesser wurden 2 HP bei einem Güteverhältnisse von 51% übertragen, d. h. von der Secundärmaschine geliefert.

Die zweite Lichtmaschine sendet ihren Strom tagsüber einer kleinen Gramme'schen Dynamo, die als transportabler Motor diverse Arbeiten an Locomotiven vorzunehmen gestattet, welche bis 2·5 HP benöthigen. An mehreren Stellen des etwa 90 Locomotiven fassenden Montirungsraumes, der Abends durch 5 starke Lichter erleuchtet wird, sind kleine Kästchen, in Verbindung mit der Leitung, angebracht; in ein solches schiebt man das Ende eines 15 *m* langen Doppelkabels, dessen anderes Ende mit der kleinen Dynamo verbunden ist, und kann so deren Arbeit an jeder beliebigen Stelle ausnützen.

Die Leitungslänge beträgt etwa doppelt so viel, als bei der anderen Uebertragung. Ohne eingeschaltete Widerstände überträgt die kleine Dynamo 2·6 HP mit 53% Güteverhältnis; mit Widerständen, einer 3 *km* langen 4 *mm* starken Kupferdrahtleitung entsprechend, $1^2/_3$ HP bei 54%, und 2·1 HP bei 40% Güteverhältnis.

Diese kleine Dynamo zeigt eine bemerkenswerte Eigenthümlichkeit. Sie läuft nämlich mit sehr wenig veränderlicher Geschwindigkeit, ob sie leer läuft oder Arbeit leistet; ihre Tourenzahl hängt mehr von den eingeschalteten Widerständen ab und könnte durch diese regulirt werden.

Für diesen eigenthümlichen Vorgang können wir folgende Erklärung geben. Wenn wir die Maschine immer stärker bremsen, so wird der Anfangs sehr schwache Strom die dünnen Elektromagnete der kleinen Maschine stärker magnetisiren, als die dickeren der Primärmaschine, der Magnetismus der ersteren wird also rascher zunehmen, so dass die Maschine die besprochene Gegenkraft schon bei geringerer Tourenzahl erreicht (sie kann dann nicht schneller laufen, indem der dadurch schwächere Strom die Bremsung nicht mehr überwände), sie wird also langsamer zu gehen anfangen. Bremsen wir stärker, so wird der mehr und mehr wachsende Strom endlich die kleinen Elektromagnete nicht mehr viel verstärken, da diese sich dem Sättigungspunkt nähern; die grosse Maschine wird aber stärker magnetisirt, sie gibt eine stärkere elektromotorische Kraft, die kleine Maschine wird schneller getrieben, bis sie die erforderliche Gegenkraft erreicht

hat. Beim fortgesetzt stärkerem Bremsen wird sie endlich wieder langsamer gehen müssen, da man sie ja auch ganz aufhalten kann

Bei folgenden Leistungen machte sie die beistehenden Touren per Minute; 0·37 HP . . . 918; 0·46 HP . . . 902; 0·61 HP . . . 966; 2·15 HP . . . 963; 2·62 HP . . . 860.

Brückner, Ross & Cons. in Wien, die auch die eben genannten Maschinen geliefert, haben in Thallern bei Krems eine Dampfpumpe des dortigen Bergwerkes, der durch eine 900 *m* lange Rohrleitung Dampf zugeführt worden war, durch eine elektrische Transmission angetrieben. Die angewendeten Maschinen sind vierpolige Gramme'sche, sog. octogonale, die Stromstärke ist 18—20 Amp.; die Klemmenspannung der primären 500 Volts, die übertragene Arbeit 8—10 HP. Gegen den früheren Betrieb werden täglich 10—15 Meter-Centner Kohlen erspart, was wohl hauptsächlich den grossen Condensationsverlusten in einer so langen Dampfleitung zuzuschreiben ist.

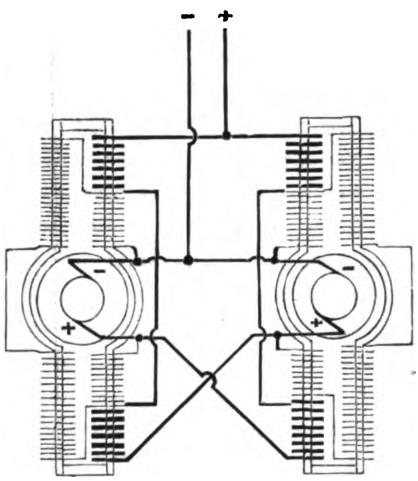


Fig. 327.

In der Grube „Davidshütte" wird ebenfalls eine Pumpe mit Gramme'schen 5-Lichtmaschinen betrieben.

Der Ventilator des Brünner Stadttheaters wird vom Maschinenhause der elektrischen Beleuchtung aus durch Gramme'sche 5-Lichtmaschinen mittelst oberirdischer Leitung auf eine Entfernung von ca. $^1/_2$ *km* angetrieben.

Egger, Kremenezky & Co. haben im pathologisch-anatomischen Institute zu Wien eine Anlage für kleine Arbeiten etwa $^1/_4$ HP ausgeführt.

Die grossartigste elektrische Kraftübertragung in Oesterreich ist bis jetzt die im Vorjahre durch Siemens & Halske fertiggestellte elektrische Eisenbahn Mödling—Vorderbrühl. Als Primärmaschinen dienen vier grosse Siemens Compound-Dynamos, von denen jedoch jetzt nur zwei im Betriebe sind.

Die Stromstärke per Wagen beträgt 20 Amp., die Klemmenspannung der Primärmaschinen 500 Volt, so dass jeder Wagen mit etwa 10 HP gezogen wird. Bei stärkerem Betriebe kann die Klemmenspannung auf 1000 Volts erhöht wer-

den, man verwendet dann die Wagen paarweise und kuppelt die beiden Wagenmaschinen hinter einander.

Da mehrere Wagen oder Züge gleichzeitig auf der Bahn laufen, so haben wir hier ein praktisches Beispiel der elektrischen Kraftvertheilung; die einzelnen Züge sind immer neben einander geschaltet, und die Stromstärke hängt von deren Anzahl ab.

Da die beiden Primärdynamos neben einander geschaltet sind, so musste man sich dagegen vorsehen, dass bei schnellerem Gange der einen deren Strom den der anderen überwinde, und diese in umgekehrter Richtung durchlaufe.

Die Nebenschluss-Spulen sind wie gewöhnlich geschaltet: die Hauptschluss-Spulen aber so, dass der Strom der einen Maschine den Elektromagneten der anderen umläuft. (Fig. 327.)

Sehr interessant sind ferner die von Gramme im Pariser Hôtel de Ville und in der École centrale des arts et manufactures ausgeführten Anlagen. In beiden Fällen wird die ganze Ventilation mit elektrischem Antrieb besorgt, sie liegen aber unserer elektrischen Ausstellung viel zu ferne; ebenso wie die vielen in anderen Ländern ausgeführten elektrischen Eisenbahnen verschiedener Systeme.

Die Wiener elektrische Ausstellung, die eine solche Fülle interessanter und neuer Dinge im Beleuchtungs-, im Telegraphenfach etc. brachte, zeigte ausser der elektrischen Eisenbahn von Siemens & Halske fast nur solche Kraftübertragungen, an denen die Zweckmässigkeit einer solchen Einrichtung nicht zu ersehen war; die Distanzen waren alle kurz, die übertragenen Kräfte meist gering.

Die elektrische Eisenbahn selbst sollte lediglich dazu dienen, dem fachmännischen und anderen Publicum ein Beispiel des elektrischen Betriebes einer Eisenbahn vor Augen zu führen, ohne jedoch als Muster einer elektrischen Bahn zu ebener Erde zu gelten; dieselbe ist vielmehr als eine von ihren Säulen herabgenommene, auf den Erdboden verlegte Hochbahn, respective eine zu Tage gelegte Tunnelbahn zu betrachten. — Die eingeleisige, schmalspurige Bahn (1 *m* Spurweite) war 1·5 *km* lang, begann an der Schwimmschul-Allee beim Eiskeller des Kuffner'schen Brauhauses, führte hinter dem Polizeiwachhause vorbei über die Feuerwerkswiese, die in einer grossen Curve (mit einem Halbmesser von 300 *m*) durchschnitten wurde, übersetzte die Feuerwerks-Allee und gelangte nach neuerlicher Uebersetzung eines wenig frequentirten Fahrweges beim Wasserthurm vorbei zum Nord-Portal der Rotunde. Die primären Maschinen (zwei Dynamo-Maschinen, Modell *GE* 20) mit Compound-Wickelung waren in der West-Galerie der Rotunde aufgestellt und wurden von einer 50pferdigen Dampfmaschine mit Meyer-Steuerung (Brand & Lhuillier), die jedoch auch anderen Kraftübertragungen zu dienen hatte, angetrieben. Der Strom ging von dem einen Pole der genannten Maschinen durch eine Kupferleitung zu einer der beiden Schienen, folgte dieser bis an jene Stelle, wo sich eben der Wagen befand, ging bei Berührung der durch Holzscheiben von der übrigen Metallconstruction des Wagens isolirten Radreifen mit den Schienen, durch dieselben zu dem in leitender Verbindung stehenden Pole der an den Wagen montirten secundären Dynamo-Maschine, Modell *Do*, der sogenannten Locomotiv-Maschine, durch den Anker derselben zu ihrem anderen Pole und durch die zweiten Radreifen, zweite Schiene und Rückleitung zu dem anderen Pole der primären Maschinen. Der unter Arbeitaufwand in den primären Maschinen

erzeugte Strom versetzte die secundären Maschinen auf dem Wagen in Rotation und trieb vermittelst einer Draht-Spiral-Transmission ein Räderpaar des Wagens an, so dass sich dieser in Bewegung setzte. Bei der Rotation des Ankers der Locomotiv-Maschine entsteht eine den treibenden Strom vermindernde elektrische Spannung, welche bei Steigungen sich vermindert, bei Gefällen sich vermehrt; der Strom, und in Folge dessen die Zugkraft, wird daher bei einer Steigung stärker, bei einem Gefälle schwächer. Die Waggons (ähnlich denen der Wiener Tramway) hatten je 30 Sitz- und Stehplätze. Die Maximal-Geschwindigkeit betrug 30 *km* per Stunde. Die 1·5 *km* lange Strecke wurde in 3—3$^1/_2$ Minuten durchmessen, worauf nach kurzem Aufenthalte von 2 respective 1$^1/_2$ Minuten die Beförderung in entgegengesetzter Richtung erfolgte. An der Uebersetzung der frequentirten Feuerwerks-Allee befand sich ein elektrisches Signal; dasselbe bestand aus einer an einer Stange befestigten kreisrunden Scheibe, und gab den in der Feuerwerks-Allee verkehrenden Fuhrwerken das Haltsignal, wenn es ihnen die mit „Halt“ bemalte Fläche zukehrte, wobei es zugleich dem Waggonführer „Frei“ gab. — War den Fuhrwerken die Passage gestattet, so war das Signal für sie unsichtbar, indem es dann die Fläche in der Bahnrichtung erscheinen liess. Bei Nacht war über der Scheibe eine Laterne angebracht, welche als Haltsignal ein rothes Licht zeigte, sonst aber in der Axe der Feuerwerks-Allee grünes Licht entsendete. — Mit der Stellung des Signals war zugleich eine automatische Ein-, respective Ausschaltung des Wegüberganges verbunden, so zwar, dass bei Freigabe der Passage für die Fahrzeuge die beiden, die Allee kreuzenden Schienen aus dem Stromkreise ausgeschaltet waren, dagegen in den Stromkreis eingeschaltet wurden, wenn das Haltsignal gegeben war. Eine ähnliche Ein-, respective Ausschaltung wurde auch für die zweite Wegübersetzung, für welche ursprünglich kein Wagenverkehr in Aussicht genommen war, hergestellt. Nach den bei der Zusammenstellung der elektrischen Bahn vorgenommenen Versuchen betrug der Nutzeffect bei einem einzelnen Wagen circa 50%, bei zwei Wagen circa 40%.

Die Societé anonyme d'Électricité betrieb die in der Mitte der Rotunde angebrachte Fontaine elektrisch mittelst eines Paares grosser Dynamos neuester Construction, welche mit beiläufig 1000 Volts und 40 Ampères arbeiteten. Diese Maschinen sind vierpolig gebaut, was den inneren Widerstand wesentlich vermindert, der Ring hat beinahe 1 *m* Durchmesser, die Magnetpole sind Endpole und nicht sogenannte Folgepunkte, d. h. sie liegen nicht, wie bei den älteren Gramme'schen, den Siemens'schen und den meisten anderen Dynamos in der Mitte, sondern am Ende der Elektromagnetschenkel.

Diese Schenkel sind nicht mehr flach, sondern in je drei runde Säulen getheilt, deren 12 rückwärtige Enden an dem Riemenscheiben-Schild befestigt waren, während die vorderen, zu je dreien durch kräftige Polschuhe vereinigt, die vier Magnetpole bildeten.

Die Endpole und die runden Elektromagnete sind Details, die an der Edison-Maschine längst vorkommen, und von den Elektrikern immer mehr als zweckmässig anerkannt werden.

Die Triebwerkslänge betrug etwa 100 *m*, die Uebertragung wurde auch geprüft, doch sind die Resultate nicht bekannt geworden. Die Maschinen erwärmten

sich übrigens sehr wenig, was auf eine vollkommene Uebertragung der mechanischen Arbeit in elektrische und umgekehrt schliessen lässt, denn jeder Arbeitsverlust hätte sich irgendwie, kaum anders als in Wärme zeigen müssen.

Ausser diesen grossen waren noch eine bedeutende Anzahl kleinerer, zweipoliger Maschinen dieser Type ausgestellt; für 5 Kilogramm-Meter bis 8 Pferdekräfte Leistungsfähigkeit. Die kleineren Sorten zum Betrieb von Nähmaschinen, Kaffeemühlen, Drehbänken etc. geeignet, hatten flache Elektromagnete; die grösseren doppelte bis dreifache runde. Alle hatten Endpole. Eine derartige kleine Maschine betrieb eine kleine Dynamo-Maschine für das galvanoplastische Atelier Poirier, sie erhielt einen Zweigstrom von einer grösseren Dynamo-Maschine, die gleichzeitig zwei nebeneinander geschaltete Gramme-Lampen speiste.

Neben den grossen Dynamos für die Fontaine standen kleinere magnetelektrische Maschinen, die auf dieselbe Distanz etwa $^1/_8$ HP übertrugen. Es waren dieselben Maschinen, die 10 Jahre vorher, ziemlich unbeachtet vom grossen Publicum, in der Maschinenhalle der Weltausstellung die elektrische Kraftübertragung vorführte.

Nahe diesen Maschinen standen bekanntlich die von Brückner, Ross & Cons. in Wien. Von hier aus wurden drei elektrische Kraftübertragungen angetrieben. Eine im Kesselhofe in einer kleinen Kiste verwahrte Gramme'sche 5-Licht-Maschine betrieb die Tentschert'sche Drahtseilbahn, welche die für die Ausstellung nöthigen Kohlen aus dem Lagerhause über das Dach der Nordgalerie herüberbeförderte, wo sie im Innern eines Holzthurmes herabgelassen wurden, um aus den Hunden geleert zu werden; die leeren Hunde wurden durch das Gewicht der herabsinkenden vollen aufgezogen, und auf einem zweiten Seile resp. Seilpaare wieder ins Lagerhaus abgelassen. Der Antriebs-Elektromotor stand auf dem Erdboden, und trieb das Zugseil der Bahn mittelst eines Drahtseiltriebes an, der gleichzeitig die hohe Tourenzahl der Dynamo auf die mässige der Seilscheibe brachte, sonst aber unnöthig gewesen wäre, wenn man die Dynamo oben auf den Thurm placirt hätte. So stand die Maschinenkiste, allen sichtbar, mitten im grössten Kohlenstaube; eine Betriebs-Störung mechanischer oder elektrischer Natur kam nicht vor.

Eine zweite auf dem Brückner-Ross'schen Platze stehende Gramme'sche 5-Licht-Dynamo sendete ihren Strom etwa 200 *m* weit in den Aufzugspfeiler an der Ostseite der Rotunde, wo ein Personenaufzug in Bewegung gesetzt wurde, der mit allen sinnreichen Einrichtungen des Freissler'schen Etablissements ausgestattet war. Im Moment, wo die Auffahrt begann, fuhren die Schubthüren des Fahrstuhls zu, und konnten von innen nicht geöffnet werden, bis dieser in der Höhe der grossen Rotundengalerie angekommen war, dann gingen sie von selber auf, ebenso bei der Niederfahrt. Der Zugang zum Aufzugsschacht wurde automatisch oben und unten nur dann geöffnet, wenn der Fahrstuhl eben hier war. Unten wies ein Zeiger auf einem Zifferplatte genau die Stelle, wo der Fahrstuhl sich eben befand.

Die treibende Secundär-Dynamo-Maschine war am oberen Ende des Schachtes aufgestellt, und musste während der Auf- und Niederfahrt des Fahrstuhles immer in anderer Richtung umlaufen, was durch Umschalten der Ringarmatur vom

unteren Ende des Fahrschachtes aus bewirkt wurde. Die Aufstellung des Motors am oberen Schachtende ist der Placirung desselben unten vorzuziehen, weil Arbeit erspart wird, indem das Seil nicht oben nochmals um eine Rolle gehen muss.

Wie gross der Kraftaufwand bei diesem Aufzuge war, wurde nicht ermittelt, die Dynamo konnte etwa 3 HP leisten.

Ein Paar ganz kleine Dynamos, für eine Leistung der Secundärmaschine von ca. $^1/_8$ HP gebaut, besorgte den Betrieb einer kleinen Schnellpresse, die z. B. die Eröffnungsreden oder Annoncen etc. bis 200 mal in der Minute abdruckte.

Heilmann, Ducommun & Steinlen hatten im West-Transept einen grossen Kraftübertragungs-Pavillon aufgestellt. Eine 50 HP Sulzer'sche Halb-Locomobile betrieb Dynamos, von denen 6 zur Beleuchtung dienten, während zwei Gramme-*A*-Maschinen, die bekannte alte Type mit den runden Elektromagneten (sonst für Einzellichter zu verwenden) als Primärmaschine ihren Strom zwei gleichen Maschinen im Pavillon sandten, die nun eine ganze Reihe von ausserordentlich schön gearbeiteten Werkzeugmaschinen antrieb. Die Dynamo-Maschine ist der reinlichste und geräuschloseste Motor, den man sich denken kann, und so sah die Anlage besonders elegant aus.

Da die übertragene Arbeit ca. 3 HP war, die Entfernung der Secundär- von den Primärmaschinen nur wenige Meter betrug, so kann die ganze Anlage vom elektrischen Standpunkte nicht als besonders instructiv bezeichnet werden.

Weniger in die Augen springend, aber interessanter war die Kraftübertragung von Schuckert. Eine Compound-Dynamo speiste mehrere Glühlampen, und betrieb gleichzeitig zwei Secundär-Dynamos, deren eine sich im West-Transept, nahe dem Ducommun'schen Pavillon befand, und mit allerdings sehr geringer Kraftentfaltung eine Werndl'sche Gewehrschlosseinlass-Maschine in Bewegung setzte, während die andere in der Nordgalerie mittelst eines Riemens eine Dynamo-Maschine für Galvanoplastik betrieb.

Das Beste hatten in Bezug auf Kraftübertragung Siemens & Halske mit ihrer bereits beschriebenen elektrischen Eisenbahn geleistet. Ausserdem hatte diese Firma noch eine ganz kleine Kraftübertragung im Betriebe; eine Compound-Maschine, die ca. 40 verschiedene Glühlampen speiste, setzte auch eine kleine, nicht weit entfernte Dynamo in Gang, die als Motor für eine Bandsäge diente.

Ganz & Co. betrieben mittelst einer grösseren Dynamo-Maschine zwei Mahlgänge im Nordosthofe der Ausstellung, während zwei hintereinander geschaltete Dynamos in der Nordgalerie den nöthigen Strom lieferten. Hier dürfte die übertragene Arbeit etwas grösser gewesen sein, etwa 5 HP, doch schienen die Maschinen für grössere Distanzen nicht geeignet.

Schliesslich können noch die Griscom-Motoren Zifferer's erwähnt werden die die Energie einer unter einer Nähmaschine postirten grossplattigen Chromsäurebatterie zum Betrieb der Nähmaschine verwertheten.

Das Maschinchen selbst ist bereits im Berichte über Dynamo-Maschinen beschrieben und abgebildet.

DIE

ANWENDUNG DER ELEKTRICITÄT

IN DER HEILKUNDE

VON

JOSEF LEITER
FABRIKANT CHIRURGISCHER INSTRUMENTE.

Die grossen Fortschritte der Elektrotechnik seit 1881 auf dem Gebiete des elektrischen Lichtes und der elektrischen Kraftübertragung, machten Hoffnungen rege, dass die elektrische Ausstellung in Wien auch einen bedeutenden Fortschritt auf dem Gebiete medicinischer Elektrotechnik aufweisen werde; indessen sind diese Erwartungen nicht in Erfüllung gegangen.

Ursache hievon mag in erster Richtung das bisher unerfüllbare Desiderat der Aerzte nach einer trockenen Stromquelle, die allezeit die erforderliche Stromstärke, ohne jede Mühewaltung, bei möglichst geringen Kosten geben, und überdies noch leicht transportabel sein soll, gewesen sein.

Anderseits ist bei aller Propaganda für die praktische Verwerthung der Elektricität in der Heilkunde die Nachfrage nach heilelektrischen Apparaten noch immer eine geringe; die Elektrotherapie wird auch heute noch vorzugsweise von Specialisten geübt, und befasst sich der praktische Arzt bisher nur äusserst selten mit derselben.

So haben denn unerfüllbare Wünsche und spärliche Nachfrage zur Folge gehabt, dass die Wiener elektrische Ausstellung, was den medicinischen Theil anbelangt, schwach beschickt wurde und namhafte Verfertiger heilelektrischer Apparate des In- und Auslandes zumeist aus persönlichen Gründen unsere Ausstellung nicht beschickten; anderseits war das Vorhandene zumeist nicht neu, viel Neues wenig brauchbar und das wenige Gute bereits bekannt.

Das Streben, leicht transportable und recht billige Apparate zu fertigen, hat es dahin gebracht, dass eigentlich Jedermann, der mit galvanischen Batterien zu thun hat, sich für berufen hält, auch heilelektrische Apparate zu verfertigen, weshalb auch galvanische Batterien und Inductions-Apparate zu Hunderten in der Ausstellung vorkamen. Allein alle sind nach einem und demselben Principe gefertigt, und liegen die Unterschiede höchstens in dem Bestreben derlei Apparate auf Kosten der soliden Ausführung möglichst billig herzustellen. So ist es gekommen, dass zwar eine grosse Menge derartiger Apparate, aber zumeist von geringer Qualität, oft mit Anpreisung nicht erwiesener Daten und selbst mit Zuhilfenahme unwahrer Angaben in der Rotunde zu finden waren. So kündigt der Eine eine Batterie ohne Säure an, verwendet aber eine Salzlösung, was er wohl-

weislich ganz verschweigt, um irre zu führen und glauben zu machen, er böte etwas Neues. Ein Anderer sagt seiner Batterie nach, dass sie kein Zink verzehre und keine Wärme erzeuge, was nur möglich ist, wenn die Elektromotoren aus der Flüssigkeit herausgehoben sind, aber nie zutreffen kann, sobald die Batterie Strom gibt.

Was die Bedürfnisse des praktischen Arztes im elektro-technischen Gebiete anbelangt, so bestehen dieselben:

a) aus einer transportablen galvanischen Batterie für Spannungsströme zur Application an die unverletzte Körperhaut;

b) einem Inductions-Apparate von hinreichender und regulirbarer Strom-Intensität, Verschiebbarkeit des Eisenkernes oder eines Dämpfers, sowie hauptsächlich und in erster Richtung der Secundärspirale;

c) gehören zur Benützung dieser beiden Stromarten gewisse Hilfsmittel zur Strom-Application, Strom-Regulirung, Strom-Unterbrechung und Strommessung, als Elementenzähler, Rheostat, Comutatoren, Galvanometer und die verschiedenen Rheophoren;

d) für chirurgische Zwecke ist noch eine Stromquelle, die Ströme von grosser Quantität liefert, erforderlich, um Platinschlingen und verschiedene Platinkörper für lange Zeit weissglühend zu machen; hiezu gehören verschiedene Einschaltungsgriffe für die galvanokaustischen Schneideschlingen und Brenner.

e) zu diagnostischen Zwecken wird auch das elektrische Licht verwendet;

f) werden zu gleichen Zwecken verschiedene Telephon- und Mikrophon-Apparate benützt;

g) verwenden endlich einige Specialisten Reibungs-Elektrisirmaschinen, Influenz-Maschinen, Leydner-Flaschen, Condensatoren und elektrische Bäder.

Im Vorliegenden wurden die Bedürfnisse der praktischen Aerzte in der Reihenfolge der Häufigkeit des Bedarfes angeführt und sollen im Folgenden die einschlägigen, auf der Ausstellung vertretenen Instrumente und Apparate von unserem Standpunkte aus, in aller Kürze besprochen werden.

Was die galvanischen Batterien für Spannungsströme betrifft, so waren für dieselben unter allen einschlägigen Ausstellungs-Objecten keinerlei neuartige Elemente zu finden.

Man begegnete aller Orten neuen Elementen-Zusammenstellungen mit geringen oft unvortheilhaften Modificationen; so waren z. B. Chromsäure-Batterien in allen möglichen Grössen, von dem Fassungsraume eines Fingerhutes bis zu jenem von 15 Liter per Element vertreten. Die Einen verwenden Leclanché-Elemente, die sie im Batteriekasten vollständig einsargen und mit Pech oder Asphalt bis auf feine Oeffnungen ausgiessen, und geben solchen die Signatur „transportable Batterie ohne Anwendung einer Säure."

In einem anderen Falle ist bei einer Zinkkohlenbatterie die Chromsäure-Lösung, durch eine Lösung von hypermangansaurem Kali ersetzt und „soll diese Anordnung absolut frei von chemischen Effecten sein und fast kein Zink verbrauchen."

Als Beispiel einer sehr kleinen Batterie sei eine liliputanische Voltasäule erwähnt, die angeblich Zahnneuralgien heilen soll und die den stolzen Namen „Elektrogenius" erhalten.

Auch mancherlei veraltete Hebe-Vorrichtungen waren bei sonst nett ausgeführten Tauch-Batterien zu finden. Kurz sei es gesagt: das Brauchbare an galvanischen Batterien ist am Markte allbekannt und Neuartiges war weder interessant noch nachahmenswerth.

Was die Inductions-Apparate anbelangt, so waren im Wesentlichen nur mehr minder praktische Ausführungen des Du Bois-Reymond'schen Schlitten-Apparates, sowie (zu medicinischen Zwecken!) des Rhumkorff'schen-Funkeninductors vertreten. Von letzterem ist ganz abzusehen, da seine Ströme zu schmerzhaft sind und von praktischen Aerzten nie verwendet werden.

Bei den Du Bois'schen Apparaten fand man öfter die praktisch-brauchbaren Modelle mit beweglicher Secundär-Spirale vertreten, wohl auch die kleinen Spamer'schen, so wie nach französischen Vorbildern echte Westentaschen-Inductions-Apparate, wo gleich an zwei Griffen die Batterie, der Apparat und die Rheophore untergebracht waren. An einigen sind längst veraltete Ausführungen des Wagner'schen Hammers als Neuigkeiten in den Vordergrund gestellt worden.

Was die nothwendigen Neben-Apparate anbelangt, waren ausser den bereits üblichen Conductoren noch solche, die sich der Körpergestalt anschmiegen, aus Drahtgeflecht mit Leinwand überzogen, zu sehen.

An Galvanometern waren recht brauchbare, nach absoluten Masseinheiten geaichte Instrumente vertreten.

Die Elementzähler waren in den bekannten Formen, als Kurbel-, Schieber-, Stöpsel- und Pincetten-Stromwähler vorhanden.

An Rheostaten waren Stöpsel- und Kurbel-Rheostaten nach absoluten und willkürlichen Einheiten ausgestellt.

Auch die Stromwender waren in den bekannten Ausführungen, zum Theile in die Elektroden selbst verlegt, zu sehen, die Strom-Unterbrecher fast durchgehends an den Elektroden ausgeführt.

Was die Stromquellen für galvanokaustische Zwecke betrifft, so waren ausser den bekannten Chromsäuren- und Bunsenbatterien, noch dynamoelektrische Maschinen für Hand- oder Fussbetrieb zu finden, die jedoch eines Assistenten erfordern, der seine ganze Kraft zum Betriebe einer solchen Maschine verwenden muss. Ganz abgesehen hievon, bedingt bei solchen Maschinen jede Veränderung der Rotations-Geschwindigkeit eine entsprechende Inconstanz der Glühwirkung, weshalb derlei Apparate der Bunsen- oder Greve-Batterie nicht vorzuziehen und überdies schwer transportirbar sind.

Von galvanokaustischen Schlingenschnürern, Brennern und Griffen war wenig und nur Unbedeutendes oder zumeist (aus Rücksichten der Billigkeit) völlig Unbrauchbares vertreten.

Was das elektrische Licht in der Heilkunde anbelangt, so war dasselbe auf der Ausstellung recht ärmlich vertreten. Von den Apparaten zur Anwendung reflectirten elektrischen Lichtes ist nichts zu erwarten, da sie bei grossen Auslagen kaum mehr bieten, als die Benützung einer Petroleum- oder Gaslampe bei Anwendung eines Reflectors. Das Kaltlicht mit seiner Leuchtkraft von $^1/_{100}$ Stearinkerze und der Nothwendigkeit der Verwendung einer galvanischen Batterie und eines Funken-Inductors hat absolut keine praktische Bedeutung.

Dasselbe lässt sich von einer amerikanischen Erfindung sagen, die Miniatur-Glühlichtlampen in gläsernen Eprouvetten von 8 *mm* Durchmesser zur Beleuchtung von Körperhöhlen empfiehlt, nur mit dem Unterschiede, dass der Versuch, diese Neuheit praktisch zu verwerthen, leicht von misslichen Folgen begleitet sein könnte, abgesehen davon, dass man mit einem solchen Apparate im günstigsten Falle in die ohnehin auch dem directen Besehen zugängliche Mundhöhle leuchten könnte.

Was die Anwendung von Mikro-Telephon-Apparaten betrifft, so ist manches hievon eitel Spielerei.

Es ist wirklich wahr, dass es kaum einen Arzt geben wird, der an allen zehn Fingern gefühllos wäre und den Puls statt zu tasten, im Telephon hören müsste. Anderseits sind von einem französischen Arzte recht interessante Mikro-Telephon-Apparate zum Behorchen der Muskel-, Sehnen- und Blutgeräusche, sowie zur absoluten Messung der Gehörsschärfe und der Erregbarkeit ausgestellt worden; allein, es bleibt auch bei diesen, recht nett gefertigten Instrumenten abzuwarten, ob die Kliniker und Praktiker irgend welchen Gebrauch von ihnen machen werden.

Zur methodischen Anwendung der allgemeinen Elektrisation, dient bekanntlich in erster Richtung das elektrische Bad; obwohl mehrere elektrische Bade-Einrichtungen im officiellen Kataloge verzeichnet sind, war jedoch nur ein einziges ausgestellt. Obgleich für alle Zwecke bestimmt, um den Beobachter zu bestechen, war es jedoch nicht einmal auf der Höhe der bekannten elektrischen Bade-Einrichtungen gewesen. Ganz unzweckmässig muss jedoch die Stromquelle genannt werden, die aus grossplattigen Grenet'schen Elementen bestand, da bekanntlich jede solche Batterie, zumal bei Anwendung im elektrischen Bade sofort polarisirt wird.

Von Reibungs-Elektrisirmaschinen waren speciell für ärztliche Zwecke auf der Ausstellung keine vertreten, obgleich welche in luftdicht geschlossenen Glaskasten zur Fernhaltung der Feuchtigkeit, sowie durch einen Elektromotor betreibbar für die Ausstellung in Aussicht gestellt waren.

Aehnliche Apparate konnte man mehrfach auf der Münchner Ausstellung sehen; doch dürfte man seither von der Construction in gedachtem Sinne abgegangen sein, weil diese Apparate so viel Ozon entwickeln, dass hiedurch alle Bestandtheile oxydirt werden. Leider sind in manch anderer Richtung ebenfalls ähnliche schön erdachte theoretische Suppositionen ausgeführt, die in der Praxis kaum bestehen dürften. Sonst waren Influenz-Maschinen in Menge vorhanden, selbst von solcher Leistungsfähigkeit, die, wenigstens zu Heilzwecken, nie herangezogen werden dürfte. Die Leydnerflaschen waren nur in der altbekannten Form vertreten. Neuerdings aber werden Condensatoren hie und da von Specialisten verwendet; es sind dies zusammengefaltete Paraffin- oder Guttaperchablätter, die nach Art der Franklin'schen Tafel von beiden Seiten Staniolbelegungen tragen.

Im Anschlusse an die besprochenen Ansammlungs-Apparate, welche Elektricität grosser Spannung in des Wortes wahrster Bedeutung anhäufen, ist der sogenannten Accumulatoren zu gedenken, die jedoch ihren Namen nicht mit Recht führen, da sie in Wirklichkeit nicht Elektricität ansammeln, sondern chemische Energie, die allerdings beim Gebrauche in Elektricität verwandelt wird.

Derlei Apparate sind besonders durch die Publicationen von Planté und Faure bekannt geworden; ja man glaubte sogar in diesen sogenannten Accumulatoren die langersehnte Elektricitätsquelle ohne jede weitere Mühewaltung für ärztliche Zwecke gefunden zu haben. Die für Zwecke der Galvanokaustik, so wie zur Erzeugung von Glühlicht für die Beleuchtung von Körperhöhlen construirten genügen ihrem Zwecke gar nicht, da die wirklich transportablen Apparate in wenigen Augenblicken ihre ganze Elektricität verausgabt haben, und zur Erreichung der erforderlichen Stromstärke für die nothwendige Zeit in ununterbrochener Leistung viele Accumulatoren in einem Gesammtgewichte von mindestens hundert Kilogrammen erforderlich wären. Möglich, dass dereinst die Elektrotechniker auch für ärztliche Zwecke geeignete Accumulatoren construiren werden.

Von den vielen interessanten Apparaten für theoretische Fächer der Medicin, wie z. B. für die Experimental-Physiologie, ist auf der Ausstellung Weniges vertreten gewesen, dagegen sind mancherlei Apparate gelegentlich der Vorlesungen, die anlässlich der Wiener elektrischen Ausstellung abgehalten wurden, vorgezeigt und besprochen worden und haben lebhaftes Interesse erregt, aus welchem Grunde sie auch in diesem kurzen Berichte Erwähnung finden sollen. So wurden die in Wien nach dem Bruck'schen System ausgeführten und bekannten Beleuchtungsapparate für alle Körperhöhlen, praktisch an Lebenden demonstrirt. Bekanntlich sind diese Apparate genau den Körperhöhlen entsprechend geformt, die Lichtquelle eine elektrisch weissglühende Platinspirale und wird zur Verhütung der schädlichen Wärmewirkung der glühende Platindraht beständig von in geschlossenen Röhren circulirendem Wasser umflossen.

Der bei dieser Gelegenheit benützte Strom wurde von zwei modificirten Bunsen-Elementen producirt. Die Leistungsfähigkeit derselben übertraf alle für medicinische Zwecke bestimmten Accumulatoren, sowie die für Hand- und Fussbetrieb eingerichteten Dynamomaschinen. Von einigen Vortragenden wurde ausserdem noch eine transportable Batterie für Elektrotherapie aus modificirten Leclanché-Elementen, mit separaten Hartgummizellen und schlitzwandigen Hartgummidiaphragmen, ebenfalls ein Wiener Fabrikat, vorgezeigt.

Diese Batterie verschaffte sich rasch viele Freunde, da sie aus einzelnen Elementen bestehend, durch blosses Einhängen der einzelnen Zinke zusammengestellt und nach dem Gebrauche durch das Herausheben der Zinke und luftdichtes Abschliessen der Flüssigkeitsbehälter für eine lange Zeit kräftig wirksam erhalten werden kann. Ueberdies können beliebige Elemente jedesmal verwendet werden und ist der Arzt nie gezwungen, mehr von denselben mitzunehmen als er braucht. Ausserdem wurde noch ein leicht transportabler Apparat gleicher Erzeugung wie der letzterwähnte vorgezeigt, der speciell für Krankenzimmer und die Krankenpflege überhaupt construirt wurde.

Im Vorliegenden wurde principiell jede Nennung von Namen zur Wahrung des objectiven Standpunktes vermieden und waltete das Bestreben ob, in flüchtigen Zügen den Werth und die Bedeutung, zumal die Neuheit der einzelnen exponirten Gegenstände kurz zu besprechen.

DIE

BELEUCHTUNGS-EFFECTE

UND

BELEUCHTUNGS-KÖRPER

IN KÜNSTLERISCHER BEZIEHUNG

VON

FRANZ ROTH
ARCHITEKT.

Es ist in hohem Grade bedauerlich, dass die Wiener elektrische Ausstellung geradezu auf dem Gebiete der Beleuchtungseffecte keine Gelegenheit geboten hatte, Vergleiche zwischen Bogenlicht und Glühlicht in ihren einzelnen Systemen sowohl, wie im Gegensatze zur Wirkung von Gas- und Tagesbeleuchtung auf ein und dieselben Objecte, und zur Beleuchtung derselben Räume anstellen zu können.

Wie interessant, und für die Praxis wie werthvoll hätten sich solche Versuche gestalten können! Warum wurde kein Raum geschaffen, in welchem man derartige Proben hätte anstellen können? — Ein solcher wäre doch auf die einfachste und billigste Art herzustellen gewesen.

Welche Form der elektrischen Beleuchtung ist die günstigste für kleinere Räume, für Wohnräume, Ateliers etc. — und welche Art ist die günstigste für grössere Räume, für Fabriken, für Ausstellungssäle, Concertsäle, Theater u. s. w.? — Welcher Unterschied besteht in dieser Beziehung zwischen Bogenlicht und Glühlicht? — Welche Directive gab die elektrische Ausstellung den Fabrikanten, den Industriellen, dem Publikum in dieser Hinsicht?

Eine besonders reiche, positive Ausbeute für die praktischen Beleuchtungseffecte bot die elektrische Ausstellung leider nicht. — Jedoch auch aus negativen Resultaten kann man lernen.

Unsere Wohnräume benützen wir nicht blos bei Tageslicht, sondern sind gezwungen in denselben auch künstliche Beleuchtung in Anwendung zu bringen. — Welches Material, welche Structur, welche Farben hat man nun zu wählen, damit sich die Räume bei Tageslicht und bei elektrischer Beleuchtung gleich effectvoll präsentiren?

Welche Gelegenheit zur Lösung dieser Fragen bot nun die elektrische Ausstellung, und welche von diesen Fragen wurde wirklich gelöst?

Die Hoffnung, durch die Ausstellung der Wiener Tischler und Decorateure in der elektrischen Ausstellung neue Beleuchtungsmethoden, neue originelle und geistreich gedachte Beleuchtungsobjecte und Effecte kennen zu lernen, hat sich leider nicht vollkommen bewährt. Ob Kerzen, ob Gas, ob elektrisch beleuchtet, immer wieder das gleiche Motiv, immer die gleichen Formen der Licht-

träger. Man glaubte ungeahnte Verwerthung der neuen Beleuchtungsmethode bewundern zu können, hoffte hauptsächlich durch Verwendung von Krystall Neues und Schönes zu finden und fand im Grossen und Ganzen nur mehr oder weniger geschmackvolle, mehr oder weniger gelungene Interieurs, fand die altbekannten Formen der Lustres, Leuchter, Ampeln etc., statt mit Kerzen oder mit Gas beleuchtet, mit Glühlichtern besteckt; — man fand das vom ästhetischen Standpunkte wohl nicht ganz zu rechtfertigende Motiv von halb und ganz umgestürzten Vasen und Glastulpen, aus denen ein grosser Feuertropfen heraushängt; — man fand die Glühlichter auf Bronce montirt, entweder mit oder ohne mattem Glas in verticaler, horizontaler oder schiefer Stellung angebracht; — man fand Bouquets aus und mit Glühlichtern, die man nicht ansehen konnte, ohne Gefahr sich ein Augenleiden zuzuziehen; — man fand sogar einen wohl nicht Ernst zu nehmenden gestirnten Himmel als Lichtquelle; aber in den meisten Fällen, wo man hinsah, wurde das Auge geblendet und beleidigt von diesen grellen messerklingenscharfen Lichtlinien. — Wir schützen uns gegen das zu grelle Tageslicht, wir dämpfen dasselbe durch Vorhänge etc. — und doch gelangt es nur durch die Fensteröffnungen in unsere Wohnräume, es bilden sich daselbst Schatten und weniger beleuchtete Wände. — Bei den Ausstellungsinterieurs, wenigstens bei den meisten, war überall Licht! nirgends Schatten, selbst der kleinste schwächste Halbschatten, an welchem das Auge ausruhen und sich erholen konnte, war verbannt — höchstens unter den Tischen und den Sitzmöbeln noch geduldet; Alles nur Licht! von allen Seiten Licht! noch mehr Licht! zum Wahnsinnigwerden Licht!! — Dieses Los stünde auch Jedem bevor, der versuchen wollte, in derartigen Räumen zu wohnen.

Nach diesem Principe finden wir die meisten Räume beleuchtet und ausgestattet, mit wenigen glücklichen Ausnahmen. — Die einzige Berechtigung dieser Art der Beleuchtung, der einzige von den ausgestellten Räumen, in welchem diese Ueberfülle von Licht am Platz und wünschenswerth gewesen wäre, war die ausgestellte Küche und gerade diese war, wenn auch hell und gleichmässig genug beleuchtet, im Verhältnisse zu den ausgestellten Wohnräumen fast spärlich erhellt.

Wie wohlthuend waren nun die Ausnahmen! Zum Beispiel das Interieur, in welchem die Glühlichter, wenn auch in etwas primitiver Form, direct an der Zimmerdecke angebracht waren. Das Auge wurde hier beim Umblick im Zimmer durchaus nicht irritirt. Das Zimmer selbst war angenehm und milde und vollkommen genügend erhellt, es zeigte Licht und Schatten. Nur der Plafond präsentirte sich etwas ungünstig. — Die Beleuchtung des Schlafzimmers mit hinter den Lamperien versteckten Glühlichterkranz war zwar neu und originell, ist aber nicht gerade glücklich zu nennen. „Tant de bruit pour une omelette!" Bedarf es denn so vieler Glühlichter, um Dämmerung zu erzeugen? — Das Bestreben, Neues zu schaffen, muss jedoch hier unbedingt anerkannt werden.

Gestehen wir es uns ehrlich ein! — Es waren weder die Interieurs, noch das Theater auf eine Art beleuchtet, die man nicht mit Gas mindestens ebenso gut hätte erzielen können. Wenn man in so kleinen Räumen, wie die einzelnen Cojen eigentlich waren, so viele Gasflammen angebracht hätte, wie hier Glüh-

lichter verschwendet wurden, so wären diese Räume noch heller gewesen, — freilich auch wärmer; — aber ist denn die geringere Wärmestrahlung und der Nichtverbrauch von Sauerstoff der einzige Vortheil, den die elektrische und speciell die Glühlichtbeleuchtung bieten kann?

Wohl muss man in Berücksichtigung ziehen, dass meistens die richtige künstlerische Form für derlei neue Erfindungen sich nicht so plötzlich und vollendet zeigen wird; — aber das Bestreben, das schöpferische Wollen, hätte sich doch manifestiren müssen.

Die Lichtquelle in kleinen geschlossenen Glaskugeln, fände die nicht noch andere Verwendung und Form, wie die der offen brennenden Gasflamme?

Muss denn die Lichtquelle immer die Form eines Kerzenhälters oder eines Gasbrenners haben? — Könnte man nicht Geissler'sche Röhren zu Lichteffecten heranziehen? — Ein Glühlicht, eingeschlossen in prismatisch geschliffenen Gläsern oder aus solchen oder ähnlichen reflectirend, sollte dieses Motiv nicht verwerthbar sein? — Gibt es nicht eine Unzahl der herrlichsten, ästhetisch schönen Motive in Krystall; — lassen sich keine neuen erfinden? — Es wäre doch der Mühe werth gewesen, in dieser Richtung Neues zu erdenken und zu versuchen.

Ist es denn ganz undenkbar, dass das so reine, weisse Bogenlicht nicht auch für kleinere Räume verwerthbar wäre? Ist denn ein solcher Versuch schon von vornherein und unbedingt zu verwerfen? Man muss ja nicht immer direct von der Lichtquelle beleuchten, man kann doch das Licht auch zerstreuen und kann auch auf diese Art schöne und ruhige Beleuchtungseffecte erzielen.

Beim Bogenlicht kommen alle hellen, kalten Farbentöne mehr zur Geltung und werden brillanter. Warme Töne, ob hell, ob dunkel, werden fast gar nicht verändert, nur die dunklen warmen Töne werden etwas dunkler und etwas farbloser. Das Glühlicht hingegen mit seinem so sehr in den Himmel gehobenen goldigen Ton lässt Alles wie durch gelbes, unter Umständen sogar wie durch orangegelbes Glas betrachtet erscheinen. — Das kann nun für gewisse Zwecke und bei einzelnen Gelegenheiten sehr am Platze sein und wohlthuend wirken; aber wie matt und trübe werden alle kalten und blauen Töne! Feines Rosa wird trüb und fleischfarb, Violett wird braun; alle dunklen kalten Töne werden schmutzig, schwarz, farblos; warme rothe und gelbe Töne erscheinen intensiver.

Der in schmuckem Renaissancestyl ausgeführte Kaiserpavillon ist ein Beispiel, welche Unbill durch Glühlichtbeleuchtung einem Kunstwerke geschehen und auf welche Art man ein solches zu Grunde richten kann. Wer das herrliche Rosa der Innenwände, die zarten Panneaux bei Tageslicht bewunderte, war entsetzt dieses Object bei elektrischer Glühlicht-Beleuchtung wieder zu sehen! Wie fade, wie verblasst sah Alles aus!

Je heller und greller das elektrische Licht ist und je näher es sich den beleuchteten Gegenständen befindet, desto mehr treten diese Veränderungen der Farben hervor. — Je weiter, natürlich innerhalb bestimmter Grenzen, die Lichtquelle von dem zu beleuchtenden Objecte entfernt ist, desto günstiger und gleichmässiger ist auch die Beleuchtung, desto weniger machen sich die Veränderungen der Farben durch das elektrische Licht bemerkbar. Schon aus diesem Grunde ist das weithinleuchtende Bogenlicht dem Glühlicht vorzuziehen.

Denken wir uns eine für Tageslicht berechnete Farbenstimmung, sei es nun die Decoration eines Raumes, sei es ein Gemälde etc., so ist doch klar, dass bei elektrischer Beleuchtung, sowie bei jeder künstlichen Beleuchtung diese Stimmung verloren gehen muss, und umsomehr verloren gehen muss, je greller, je näher man den Gegenstand beleuchtet. — Für die Richtigkeit dieser Ansicht hatten wir die traurigsten Beweise in der Kunstabtheilung der elektrischen Ausstellung.

Auch hier galt leider das Princip: „Je heller, desto besser."

Niemandem wird einfallen, bei Beurtheilung eines Gemäldes oder eines farbigen Objectes dasselbe direct von der Sonne bescheinen zu lassen!

In der Kunstabtheilung der elektrischen Ausstellung beleuchteten die den Bildern viel zu nahe gerückten Lichtquellen dieselben so grell und so scharf, dass die von denselben etwas entfernteren, aber noch immer hell genug beleuchteten Kunstwerke dunkel und unzulänglich beleuchtet erschienen.

Hier in der Kunsthalle war theilweise Glühlicht und theilweise Bogenlicht in Anwendung gebracht; und zwar war:

Im Saale I: Markirte Soffitenbeleuchtung mit Glühlicht-Lampen durch die Compagnie continentale Édison und die Société électrique Edison in Paris.

Im Saale II: Beleuchtung mittelst Soleil-Lampen durch die Compagnie générale belge de lumière électrique.

Im Saale III: Soffitenbeleuchtung mit Lane-Fox-Glühlampen durch The International Electric Company Ld.

Schon beim oberflächlichen Durchgehen der Säle fiel die bei weitem günstigere Beleuchtung der Bilder durch Bogenlicht auf.

Die starken Veränderungen, welche die Farben durch das Glühlicht erleiden, machten sich in den Sälen I und III auf das Empfindlichste bemerkbar. Jedoch auch im Saal II, mit Bogenlicht beleuchtet, waren die Bilder wegen zu grosser Nähe der Lampen ruinirt, und zwar oft auf entsetzliche Weise, und waren namentlich die am feinsten gestimmten Bilder am meisten umgebracht.

Die Tendenz dieses Berichtes gestattet nicht auf detaillirte Besprechung der grossen Anzahl mehr oder weniger zu Grunde gerichteter Kunstwerke einzugehen. Wir beschränken uns auf das bei Tageslicht so sonnig durchglänzte Bild: „Ein Sommerabend auf dem Kahlenberge" aufmerksam zu machen. Wie leer, wie nüchtern und farblos sah dasselbe aus! Nichts mehr zu sehen von der feinen Naturstimmung und der duftigen Ferne! — Wie roh, ja stellenweise brutal gemalt und gestimmt wirkten die den Lampen so naherückten Bilder, die für die k. k. Hofmuseen bestimmt sind! Lässt sich denn annehmen, dass bedeutende Künstler bei Tageslicht Derartiges schaffen?

Wie effectvoll war dagegen seinerzeit die Beleuchtung der Wereschagin'schen Bilder im Künstlerhause! — Wie angenehm und wohlthätig wirkte die Beleuchtung der historischen Ausstellung der Stadt Wien! — In beiden Fällen war die Beleuchtung durch hoch und in mächtiger Anzahl angebrachte Bogenlichtlampen erzielt worden.

Das Bogenlicht, hoch oben angebracht, überfluthet den ganzen Raum mit angenehm mildem, weissem Lichte. Um Einzelnes besonders hervortreten zu

lassen, wären, vorausgesetzt die Farbenstimmung verträgt es, dann Glühlichter, gegen den Beschauer abgeblendet, in Verwendung zu bringen.

Zum Beweise der Richtigkeit dieser Ansicht machen wir auf eine überaus wohlthuende Wirkung und prachtvolle Beleuchtung aufmerksam, die wohl den meisten Besuchern der Ausstellung entgangen sein dürfte. Wir meinen die Beleuchtung der orientalischen Teppiche auf den Sitzplätzen bei Piette & Křižik in der Maschinenhalle. Es war erquickend anzusehen, wie klar, rein und harmonisch die Farben dieser Stoffe erschienen, beleuchtet durch die weit entfernten Bogenlichter der Maschinenhalle, und etwas näher durch einige bescheiden auftretende Glühlichter, die so hoch angebracht waren, dass sie den Beschauer nicht blendeten. Dieses hier zufällige Zusammentreffen der beiden Beleuchtungsarten war ein deutlicher Fingerzeig, in welcher Weise die elektrische Beleuchtung für künstlerische und decorative Zwecke zu verwerthen wäre.

Wir haben uns in Vorstehendem bemüht, möglichst objectiv die Art und Weise der Beleuchtung und deren Licht- und Schattenseiten zu besprechen; und es erübrigt uns nur noch der Aussteller selbst zu gedenken.

Wir beschränken uns diesfalls blos auf die Wiedergabe der Namen und die Anführung der einzelnen Ausstellungsobjecte auf Grundlage des Kataloges und bemerken, dass diese Exposition neuerdings Zeugnis gab von der hohen Stufe, auf welcher sich gerade unsere heimische Kunstindustrie befindet. Ein näheres Eingehen auf dieses Gebiet liegt ausserhalb des Rahmens dieses Berichtes und kann umsomehr unterbleiben, als eine speciell nur die Interieurs behandelnde Publication im Erscheinen begriffen ist, welche den künstlerischen Werth dieser Ausstellungs-Objecte in's richtige Licht zu stellen berufen ist.

Wir lassen nun die an den Interieurs betheiligten Aussteller nebst Angabe der Ausstellungsobjecte etc. selbst folgen:

Bernhard Ludwig in Wien. Vorzimmer, Schlafzimmer, Speisezimmer und Salon. Bronceluster, zu 15 und zu 6 Lichtern, sowie 2 Wandarme und Schlafzimmer-Lampe, bronce und polirt, von D. Hollenbach (Ed. und F. Richter) in Wien. Glasluster von Jos. Zahn & Co. in Wien. Spiegel von Alexander Koretz in Wien. Marmor-Kamin von Andrea Francini in Wien. Bilder von Franz Lefler in Wien. Teppiche von J. Ginzkey in Wien. Posamenterie von Lukschanderl & Chwalla in Wien. Elektrische Beleuchtung mittelst Swan-Lampen durch Egger, Kremenezky & Co. in Wien.

Portois & Fix in Wien. Vorzimmer, Fremdenzimmer, Schlafzimmer, Salon im Styl Louis XIV. Beleuchtungs-Objecte von Melzer & Neuhardt in Wien. Beleuchtung mit Glüh-Lampen durch die Société électrique Edison in Paris.

Richard Ludwig in Wien. Speisezimmer in deutscher Renaissance. Luster, Wand-Girandolen für elektrische Glühlampen-Beleuchtung von Melzer & Neuhardt in Wien. Glühlicht-Beleuchtung durch die Compagnie continentale Edison und die Société électrique Edison in Paris.

Heinrich Seifert & Sohn und Oscar Föhr in Wien. Billard-Salon complet. Beleuchtung mit Swan-Lampen durch Egger, Kremenezky & Co. in Wien.

Luster und Wandarme von der Ersten Productiv-Gesellschaft der Bronce-Arbeiter in Wien. Marmor-Kamin von Paul Toretti in Wien.

Wintergarten. Elektrische Glühlicht-Beleuchtung durch die Compagnie continentale Edison und die Société électrique Edison in Paris. Candelaber und Bronce-Luster von der Ersten Productiv-Gesellschaft der Bronce-Arbeiter in Wien. Milieu und Teppiche von Bernhard Ludwig in Wien. Kunstblumen von W. Zimmermann in Wien.

Julius Gross in Wien. Wohnzimmer, entworfen und ausgeführt vom Aussteller. Luster, ausgeführt von der Ersten Productiv-Gesellschaft der Bronce-Arbeiter in Wien. Spiegel in Venetianer Styl, mit Wandarmen, nach Zeichnung vom Architekten Otto Hieser, ausgeführt von E. Bakalowits' Söhne in Wien. Glühlicht-Beleuchtung mit Swan-Lampen von Ganz & Co. in Budapest.

Alexander Albert in Wien. Herrenzimmer aus Nussholz sammt Plafonds und Lambris aus gebeiztem Tannenholz. Gemaltes Erkerfenster von Carl Geyling's Erben in Wien. Speisezimmer mit Lambris und Plafonds aus Eichenholz, die Füllungen mit Nussmaser. Sämmtliche mattgeschliffene Beleuchtungskörper als: 1 Luster zu 15 Lichtern, 2 Wandarme zu je 3 Lichtern, 1 Luster zu 6 Lichtern und 1 Schreibtischleuchter, sowie 1 versilberter Speisezimmer-Luster zu 15 Lichtern und 4 Wandarme mit je 3 Lichtern, von D. Hollenbach in Wien. Glühlicht-Beleuchtung von Ganz & Co. in Budapest.

Heinrich Irmler in Wien-Währing. Wohnzimmer. Möbel aus amerikanischem Nussholz. Plafonds und Lambris aus Eichenholz. 1 Bronce-mattgeschliffener Luster zu 19 Lichtern von D. Hollenbach in Wien. Glühlicht-Beleuchtung mit Swan-Lampen durch Ganz & Co. in Budapest.

D. Kramer & Eidam und Tschirner & German in Wien. Speisezimmer, altdeutsch, eichen. Glühlicht-Beleuchtung mit Swan-Lampen von Ganz & Co. in Budapest. Luster und Wandarme von Melzer & Neuhardt in Wien.

Friedrich Paulick in Wien. Arbeits-Cabinet mit Lambris und Plafonds aus amerikanischem Nussbaumholz und ungarischer Esche mit schwarzen Einlagen. Bronce-polirte Luster für 12 Lichter von D. Hollenbach in Wien. Glühlicht-Beleuchtung mit Swan-Lampen durch Ganz & Co. in Budapest.

J. Ch. Schneider und Carl Kriss in Wien. Schlafzimmer im Style Louis XIV., entworfen vom Architekten Herdtle in Wien. Beleuchtungs-Objecte von E. Bakalowits' Söhne in Wien, sämmtlich nach Zeichnungen des Architekten Rudolf Bakalowits in Wien, und zwar: 1 sechsarmiger Krystall-Luster mit Bronce-Montirung, 2 zweiarmige Krystall-Wandarme, 1 Glas-Candelaber in Venetianer Styl für 9 Lichter. Beleuchtung mittelst Lane-Fox-Glühlampen durch The International Electric Company Ld. in Wien.

Gebrüder Zizula in Wien. Billard-Salon in Natur-Eichenholz. Beleuchtung mit Lane-Fox-Lampen durch The International Electric Company Ld. in Wien.

Johann Klöpfer in Wien. Herrensalon im Style der deutschen Renaissance, Möbel in amerikanischem Nussholze mit Einlage von spanischem Flader. Holzgetäfelter Cassetten-Plafond. Möbelmontirung in Velour de Medici und Velper.

Rauchzimmer mit anstossendem Erker im Style der Renaissance, mit orientalischen Motiven. Möbel in schwarzem Holze, Holzbalken-Plafond, bemalt. Decoration orientalisch gepolsterter Möbel in persischen Stoffen. Beleuchtung mittelst Maxim-Lampen durch The United States Electric Lighting Company Ld. in New-York. Luster und Candelaber von M. Toman & Co. in Wien. Tapeten von Wacker & Bösefleisch in Wien. Teppiche von J. Adutt in Wien. Ofen und Kamin von L. & C. Hardmuth in Wien.

Ludwig Schmidt in Wien. Entréezimmer: Möbel von Lärchenholz. Beleuchtungsgegenstände von M. Schuster in Wien. Speisezimmer von Eichenholz mit Eschen-Flader, Intarsien. Beleuchtungsgegenstände von D. Hollenbach in Wien. Küche mit completer Einrichtung: Möbel von Ludwig Schmitt in Wien. Herd, Spiesbrat-Maschine und Wandverkleidung von L. & C. Hardtmuth in Wien. Küchengeräthe von Richard Emmer in Wien. Fussboden von Metlacher-Platten von der Wienerberger Ziegelfabriks- und Baugesellschaft in Wien. Elektrische Beleuchtung mittelst Lane-Fox-Lampen durch The International Electric Company Ld. in Wien.

F. Schönthaler in Wien. Salon mit Plafonds, Thüren und Möbeln in verschiedenen Stylarten. 1 Candelaber für 9 Lichter in Bouquetform, Venetianer Styl von E. Bakalowits' Söhne in Wien. Beleuchtung mittelst Lane-Fox-Lampen durch The International Electric Company Ld. in Wien.

L. & C. Hardtmuth in Wien. Elektrisch beleuchteter Raum in deutscher Renaissance mit Verwendung von Majolika-Platten. Majolika-Objecte für Intérieurs. Beigestellte Möbel von Andre Weber in Wien. Beleuchtungs-Objecte von M. Toman & Co. in Wien. Glühlicht-Beleuchtung mit Maxim-Lampen von The United States Electric Lighting Company in New-York.

Carl Bamberger in Wien. Schlafzimmer in französischer Renaissance. Glühlicht-Beleuchtung mit Maxim-Lampen von The United States Electric Lighting Company in New-York.

Sigmund Járay in Wien. Damensalon im Rococo-Styl. Beleuchtungs-Objecte von der Broncewaaren- und Lusterfabrik von Melzer & Neuhardt in Wien. Beleuchtung mit Maxim-Glühlampen durch die United Staates Electric Lighting Comp. in New-York.

DIE

ELEKTRISCHE

THEATER-BELEUCHTUNG

VON

ROBERT GWINNER
INGENIEUR.

JOHANN KAUTSKY
HOFTHEATERMALER.

Ein elektrisches Theater Mit welchem Jubel begrüsste man allgemein diese glückliche Idee, in der Rotunde ein elektrisch beleuchtetes Theater zu errichten, und namentlich in Theaterkreisen war man darauf gespannt, was uns dasselbe Neues bringen werde. Man war überzeugt, dass hier den Fachleuten die beste Gelegenheit geboten sein wird, ihre Erfahrungen und Erfindungen zu verwerthen, experimentiren zu können, und dass endlich die Frage zur Lösung gelangen dürfte, ob Bogenlampe oder Glühlicht oder beides vereinigt, sich als das zweckmässigste erweise. Das Glühlicht ist bis jetzt das einzige verwendbare Licht für kleinere Räume, für grosse ist jedoch unleugbar, sobald dieselben glänzend beleuchtet sein sollen, die Bogenlampe geeigneter. Beweis hiefür ist die brillante Beleuchtung des grössten gedeckten Raumes, der Rotunde.

Die Theater, namentlich die neuen, sind alle so grosse Räume, dass sie gewiss ebenfalls des Bogenlichtes bedürfen. Ausserdem ist das Theater gewiss diejenige Räumlichkeit, die vor allen Anderen am dringendsten das elektrische Licht im Allgemeinen benöthigt, theils wegen der Feuersicherheit, besonders aber wegen der erhöhten Lichtwirkung. Bei der gegenwärtigen Grösse der Theater und bei der naturalistischen Richtung, welche die Decorationsmalerei, die Scenerie und die Schauspieler anstreben, genügt die jetzige Beleuchtung nicht mehr. Die mit Glühlichtern eingerichteten Theater haben uns noch kein so günstiges Resultat geliefert, dass man nicht noch Besseres anstreben könnte, und zu diesem Zwecke, d. h. zur Vornahme der einschlägigen Versuche wäre das Theater in der Rotunde der geeignete Ort gewesen.

Warum man bis jetzt im Theater dem Glühlicht den Vorzug gab, dürfte wohl darin seinen Grund haben, dass man die einzelnen Lampen genau an denselben Stellen anbringen kann wie das Gaslicht, ein Umstand, der bei bestehenden Theatern ganz bedeutend in die Wagschale fällt. Die Bauart derselben stammt aus einer Zeit, wo man das schwächste Licht, die Kerze oder eine primitive Oellampe zur Beleuchtung verwendete. Da dieses Licht nicht weit wirkte, musste man die Beleuchtungsobjecte an vielen Stellen anbringen; zu diesem Zwecke schuf man die Fussrampe oder Rivolta, und brachte an den Seiten die Coulissen an,

um hinter einer jeden einige Kerzen aufstellen zu können; als die Gasbeleuchtung eingeführt wurde, brachte man sie genau dort an, wo früher die Kerzen standen, da aber das Gas durch seine erhöhte Leuchtkraft die Stellen, die ihm zunächst lagen, blendend beleuchtete, so traten die Soffitten, die daran wenig profitirten, in eine dunkle Nacht zurück; bei der Kerzenbeleuchtung fiel dies nicht auf, da die ganze Bühne immer in einer Dämmerung lag. Um diesem Mangel bei Einführung der Gasbeleuchtung abzuhelfen und die Soffitten zu beleuchten, hing man Röhren mit offenen Flammen in eine jede Gasse. Man erzielte dadurch ein erhöhtes Licht, weshalb auch die Decorationsmalerei eine neue Richtung einzuschlagen hatte. Aber man schuf damit auch eine Quelle namenlosen Unglücks; die offenen Flammen in der Nähe des vielen brennbaren Materials, der Schleier, Leinwanden, Latten und die Arbeitsgänge über der Bühne sind bei der ungewöhnlich hohen Temperatur, der sie immer ausgesetzt sind, eine permanente Feuersgefahr.

Nun haben wir Dank dem erfinderischen menschlichen Geiste ein neues, weit tragendes, reines Licht, und doch bringt man es wieder nur dort an, wo das frühere war; wäre da nicht ein anderes Arrangement möglich? — Könnte nicht eine andere Construction der Bühne acceptirt werden, bei welcher das weit tragende Licht verwerthet werden kann? — —

In den Soffitten ist die Bogenlampe unmöglich, weil immer nur ein Lichtfleck gegenüber der Lampe entstehen würde. Sind aber die Soffitten nöthig? Man lasse dieselben weg und beleuchte den Horizont mit Bogenlichtern aus der Ferne und die Lichtflecken sind behoben. Die Erfahrung hat gelehrt, dass das Bogenlicht bei der Leimfarbe, die bei der Decorationsmalerei verwendet wird, selbst für die feinsten Töne nicht nachtheilig wirkt, und namentlich feine blaue Farben, die jedes andere Licht, selbst das Glühlicht, zerstört, zur Geltung bringt. Da das Bogenlicht sehr weittragend ist, so hat es auch den Vortheil, dass die Rampe entbehrlich wird, da einige Bogenlampen im Proscenium angebracht, die Bühne besser beleuchten, als die Rampe; denn letzteres Licht ist das unnatürlichste, das es geben kann, da doch nie in der Natur der Fall vorkommt, dass die unteren Partien von Nase und Kinn beleuchtet sind, während dabei die Stirn im Schatten bleibt. Bei der heutigen, naturalistischen Richtung sollten nicht allein Regisseure und Decorationsmaler, sondern namentlich die Schauspieler und Sänger darauf einwirken, dass die hässliche, für Publicum und Künstler lästige Rampenbeleuchtung abgeschafft werden möge; dann wird ein jeder Charakterkopf zur vollen Geltung gelangen und man wird vom Parterre aus den Künstler ganz vom Kopf bis zum Fuss sehen können, er wird aber nicht vom Fuss bis zum Kopf beleuchtet sein.

Was die Beleuchtung des äusseren Schauplatzes anbelangt, so wäre selbe bei Bogenlicht so anzuordnen, dass man nur die Wirkung des Lichtes, aber nicht die Lichtquelle selbst zu sehen bekommt.

Man hoffte Alles das oben Gesagte im elektrischen Theater in der Rotunde anzutreffen; das Theater war zwar dafür eingerichtet, aber die Beleuchtung demselben nicht angepasst. Man bekam ein zwar brillant beleuchtetes Ballet, sogar mit alten Reflectoren beleuchtet, zu sehen,

aber einen eigentlichen Fortschritt nach dieser Richtung konnte man nicht constatiren. Die Beleuchtung war so glänzend, dass man sogar die nicht sehr glücklich aufgetragene Schminke bei den Damen, stellenweise wie mit Mörtel getüncht, bemerken musste; es wäre doch vom Standpunkte der Theatertechnik besser und zweckmässiger gewesen, wenn man rücksichtlich einer dem elektrischen Lichte entsprechenden Schminke Studien gemacht hätte, als sich mit einem zwecklosen, rapiden Wechsel des rothen und grünen Lichtes zu befassen. Das zu brillante rothe und grüne Licht wurde so sehr in Anspruch genommen, dass man davon geblendet kein Urtheil über Farbe der Costüme oder Decorationen fällen konnte; auch waren die Momente des schönen ruhigen weissen Lichtes so verschwindend kurz, dass man kein Bild von dessen Wirkung gewinnen konnte; zu studiren und zu lernen war also nicht leicht möglich. Hätte man ruhige Gruppen von Figuren in verschiedenfarbigen Costümen hingestellt und langsame Uebergänge von Tag zu Abend und Nacht bewerkstelligt, so hätte nicht nur der Laie, sondern auch der Fachmann sehr viel profitiren können.

Trotz alledem konnte man aber doch zu der Ueberzeugung gelangen, dass sich Bogenlicht und Glühlicht sehr gut vereinigen lassen; man sah diess an der letzten Decoration, wo der Hintergrund mit Bogenlicht und der Vordergrund mit Glühlicht beleuchtet war. Jedenfalls dürfte diese Combination sich bewähren, umsomehr als sich dabei sehr grosse Ersparnisse erzielen lassen, denn nicht nur die Kosten der Einrichtung des Bogenlichtes sind bedeutend geringer, sondern es stellt sich auch die Erzeugung desselben um zwei Drittel niedriger als jene des Glühlichtes.

Es dürfte jetzt nur mehr eine Frage der Zeit sein, die Theater mit elektrischem Licht einzurichten, doch dürfte es sich unter allen Umständen empfehlen, vorher mit wirklichen Fachmännern und zwar nicht nur mit jenen der elektrischen Beleuchtung, sondern auch mit solchen Personen, welche des elektrischen Lichtes auf der Bühne am meisten bedürfen und es auch am besten zu verwenden verstehen, in Verbindung zu treten.

Das Bogenlicht wurde bis jetzt immer verkannt, es hatte mehr Feinde als Freunde; allgemein galt die Ansicht, es wäre ein blaues Licht. Die elektrische Ausstellung hat das Verdienst, die Menge eines Besseren belehrt zu haben; man hörte nur allgemein: die Rotunde ist taghell erleuchtet, nicht aber blau. Man hatte bis jetzt immer nur Gelegenheit, das elektrische Licht zwischen Gasflammen brennen zu sehen; durch diesen Gegensatz erscheint das helle Licht blau neben dem gelben Gaslichte. Wenn man in einen nur mit Gaslicht beleuchteten Raum einen Sonnenstrahl hineinleitet, so erscheint dieser ganz rein blau, während, wenn man neben eine weisse von der Sonne beleuchtete Wandfläche eine Stelle mit Bogenlicht beleuchtet, so erscheint dieselbe neben dem Sonnenlicht eher röthlich. Somit ist jeder Zweifel benommen, ob das Bogenlicht für das Theater tauge. Und ein Licht, welches mit Rücksicht auf die hier in Betracht kommenden Verhältnisse billiger als alle anderen, lichter und weit tragender, mithin auch verwendbarer, und welches auch vortheilhafter als jedes andere auf die Farben wirkt, wird gewiss nicht lange brauchen, um dass sein Werth auch anerkannt werde.

Es erübrigt uns nur noch der Bühneneinrichtung selbst zu gedenken. Dieselbe war im „elektrischen Theater“ nach dem System Asphaleia durchgeführt, deren Princip rücksichtlich der Bühne (Fig. 328 u. 329) wir hier skizziren

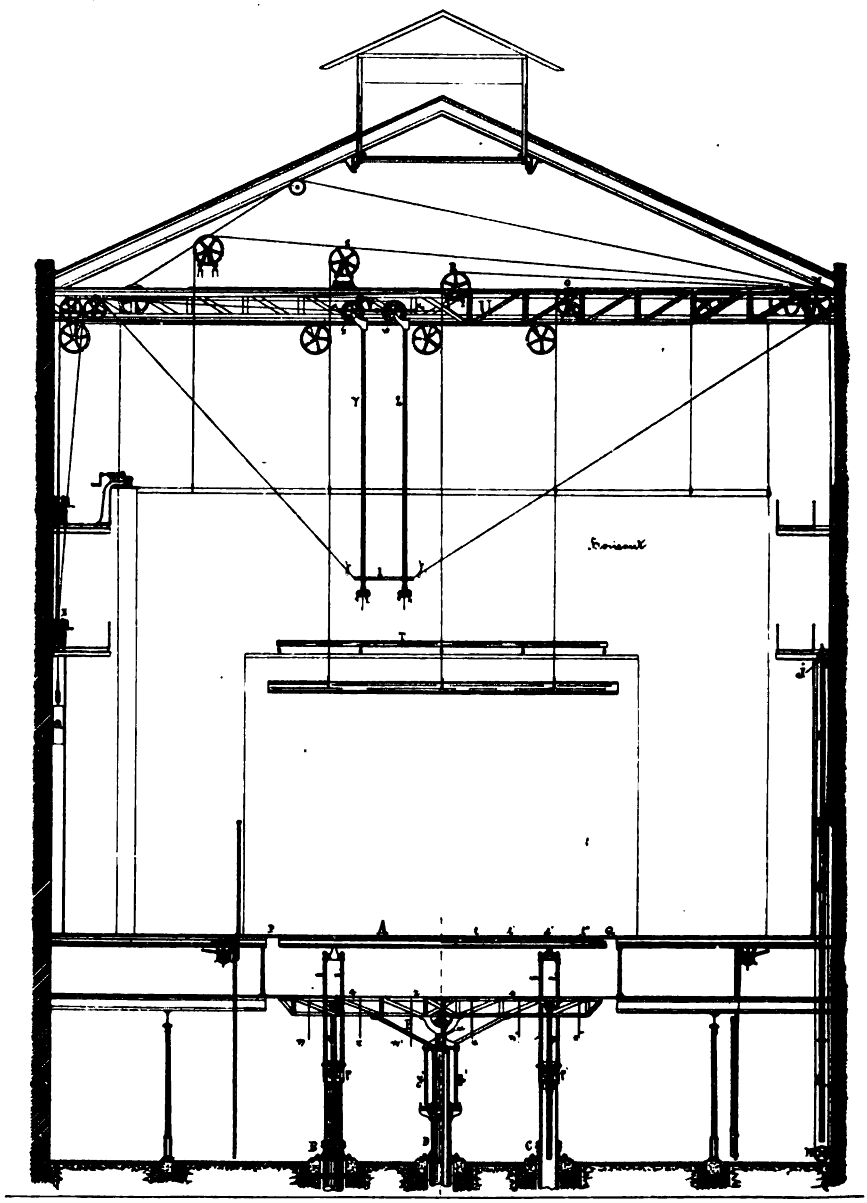


Fig. 328.
Querschnitt des Bühnenraumes des Asphaleia-Theaters.

wollen. Dieselbe ist in ihren Hauptbestandtheilen, das Podium ausgenommen, mit Ausschluss von Holz construirt.

Neben der Feuersgefahr, gegen die jedes der bestehenden Theater vor Allem anzukämpfen hat, sind es namentlich noch zwei Umstände, welche seit jeher die betheiligten Kreise lebhaft beschäftigten; es sind dies die durch die Manipulation

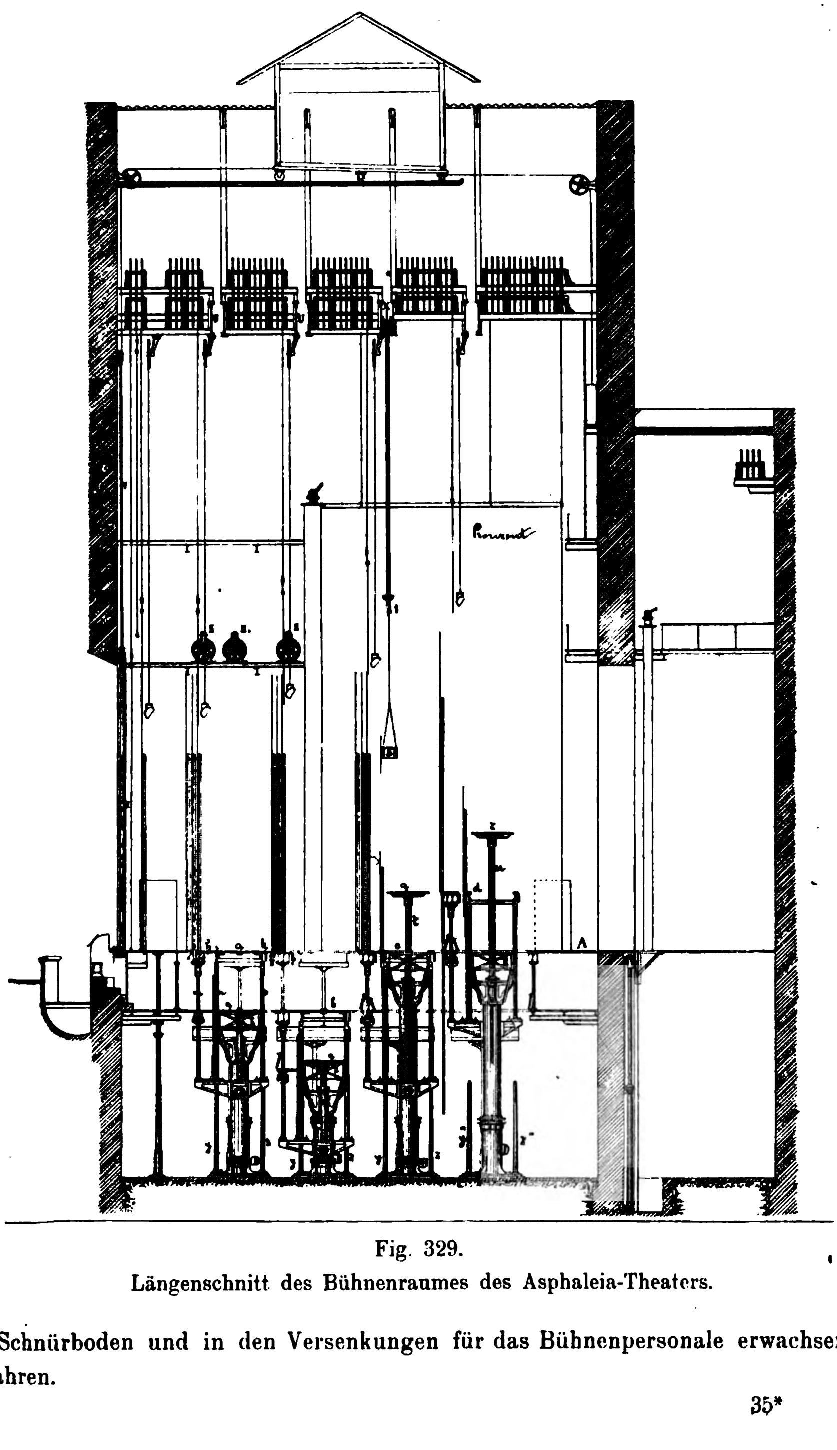


Fig. 329.
Längenschnitt des Bühnenraumes des Asphaleia-Theaters.

am Schnürboden und in den Versenkungen für das Bühnenpersonale erwachsenden Gefahren.

Trotz der gesteigerten Anforderungen an das heutige Theater finden wir die speciellen maschinellen Bühnen-Einrichtungen in jenem primitiven Zustande des vorigen Jahrhunderts, dessen ganzes Um und Auf in der Handhabung der Kurbel, Winde und des Seiles besteht, und der dem grossen Aufschwunge, welchen die Technik in den letzten Jahrzehnten genommen, geradezu widerspricht.

Die Asphaleia sucht allen diesen Gefahren möglichst zu begegnen. Nicht nur, dass sie der verheerenden Wirkung des Feuers entgegensteuert, sucht sie auch in äusserst sinnreicher Weise die anderen Gefahren zu bannen.

Centralisation der Leitung und leichte Uebersichtlichkeit des ganzen Bühnenmechanismus, Ersatz der menschlichen Arbeit durch die Leistung der Maschine, sowie endlich Uebertragung der mechanischen Arbeit durch Wasser, das sind die Elemente, mittelst welcher die Erreichung des gesteckten Zieles angestrebt wurde.

Das Podium ist der Länge nach in vier Sectionen (Gassen) getheilt (Fig. 329), deren jede durch fünf Traversen gestützt werden, von denen die zwei entfernt liegenden dessen eigentliche Stütze bilden, während die drei anderen, schwächeren, der Prosceniums-Oeffnung näher liegenden als Schienen für die Coulissenwagen dienen. Diese Traversen sind auf Säulen gestellt, welche auf den Stempeln von hydraulischen Pressen aufruhen, mit deren Hilfe sie nach auf- und abwärts bewegt werden können. Der Breite der Bühne (Fig. 328) nach befinden sich unter jeder Gasse drei Versenkungen, welche ebenfalls auf hydraulischen Pressen aufruhend, einzeln für sich und vereint mit anderen bis zu einer Tiefe von 5 *m* gesenkt und bis zu einer Höhe von 6·5 *m* gehoben werden können; ebenso kann das Podium als Ganzes und jede Gasse für sich um 2·5 *m* gesenkt und um 4·5 *m* gehoben werden. Diese Bewegungen sind durch das Oeffnen und Schliessen eines Hahnes zu erzielen, welcher den Zufluss des unter einem bestimmten Drucke stehenden Wassers zum Presscylinder regelt; die Mittelstellung des Hahnes bewirkt das Stillestehen des Podiums und der Versenkung in jeder beliebigen Lage. Indem man gleichzeitig und abwechselnd den einen von den beiden Hähnen, welche den Zufluss des Wassers zu den eine Gasse stützenden Presscylindern vermitteln, öffnet, während man den anderen schliesst, kann man eine Schaukel-Bewegung einer Gasse oder des ganzen Podiums erzielen, mit Hilfe der hydraulisch zu bewegenden Versenkungen aber treppenartige Aufbauten, Serpentinen, Brücken, Balkons etc. herstellen und so die nach vielen Richtungen hin gefährlichen Schragen vollständig entbehren.

Zwischen jeder Gasse des Asphaleia-Theaters sind Klappen angeordnet, desgleichen auch zu beiden Seiten der Bühne als Begrenzung des Podiums, wodurch man im Stande ist, ganze Decorationen, also auch ein vollständiges, geschlossenes Zimmer bis zu einer Höhe von 8 *m* emporzutreiben. Der Umstand, dass der Raum unter dem Podium nicht verbaut ist, gestattet einen grossen Theil der Decorationen hier zusammenzustellen und von unten nach aufwärts zu befördern. Zu diesem Ende ist auch jeder der Coulissenwagen längs der ganzen Breite der Bühne zu verschieben, und ist der erste derselben ausserdem noch als Cassette verwendbar.

Der Schnürboden hat bei dem neuen Theater ein gänzlich verändertes Aussehen erhalten, zugleich aber auch seine Gefährlichkeit vollständig eingebüsst. Die Soffittenzüge sind durchwegs entfernt und statt dieser nur lange Züge in Verwendung; ebenso werden ausschliesslich nur Drahtseile benützt. Auch die Züge können ähnlich wie die Versenkungen hydraulisch von unten aus dirigirt werden, weshalb das Betreten des Schnürbodens und damit auch die Soffittenbrücken entfallen. Dafür ist aber in jeder Gasse ein Flugapparat eingeschaltet, welcher nicht blos zu jedem Punkte derselben dirigirt werden kann, sondern auch die Einrichtung besitzt, sich nicht in steifen Linien, sondern in dem Vogelfluge ähnlichen Curven zu bewegen.

Zur Inbetriebsetzung dieser ganzen Maschinerie, welche von einer Seite der Bühne aus übersehen und geleitet werden kann, genügt eine Wasserleitung von 6 Atmospähren Druck; für Wien genügt also der Druck der Hochquellenleitung, während an anderen Orten dafür Vorsorge zu treffen ist, dass Tags über mit Hilfe der für Ventilation und Inbetriebsetzung der elektrischen Beleuchtung ohnehin nöthigen Dampfmaschine die für die Manipulation auf der Bühne nöthige Spannung in Accumulatoren angesammelt werde.

Der Abschluss des Zuschauer- und Bühnenraumes ist mittelst einer eisernen 5 Tonnen schweren Blech-Courtine gedacht, welche ebenfalls hydraulisch bewegt wird. Sie ruht auf einem Piston, welcher das nicht ausbalancirte Uebergewicht von 600 *kg* zu bewegen vermag. Um für den Fall eines Bühnenfeuers den unverbrennbaren und irrespirablen Gasen den Abzug zu ermöglichen, ist über dem Schnürboden ein Schuber vorhanden, welcher in solcher Verbindung mit der Blech-Courtine steht, dass beim Niederfallen der letzteren sich der Schuber öffnet. Dies kann aber nicht allein von der Bühne aus, sondern von beliebig vielen, im ganzen Hause vertheilten Punkten durch Drehen eines Hahnes bewirkt werden, so dass der hohe Werth der Blech-Courtine gerade im Momente der Gefahr von der grösseren oder geringeren Verlässlichkeit des Theaterpersonales vollständig unabhängig wird.

Zur Beleuchtung sämmtlicher Räume ist durchgehends elektrisches Licht in Aussicht genommen. Die Anordnung und Vertheilung der Lampen selbst ist auch nicht ohne Wesenheit auf den zu erzielenden Effect. Die Rampenbeleuchtung entfällt gänzlich; dafür ist aber in der Mauer der Prosceniumsöffnung eine gegen die Bühne zu offene Hohlkehle angebracht, welche zur Aufnahme der Lampen bestimmt ist, denen die Aufgabe zufällt, die Scene von vorn zu beleuchten. Da dies ganz gleichförmig erfolgt, so ist damit das störende Verzerren, welches die Rampenbeleuchtung im Gefolge hatte, gänzlich vermieden. Die Soffitenkästen sind durch Sonnen ersetzt.

Von rein decorativem Interesse ist ferner die Anbringung des sogenannten Horizontes, welcher die Illusion in ganz besonderer Weise zu erhöhen vermag. Es ist dies ein Wandel-Decorationsstück, welches vom Podium so hoch hinaufreicht, dass die Luftsoffitten vollkommen überflüssig werden, und das ausserdem sich von rückwärts längs der ganzen Bühnenmauer beiderseits bis zur zweiten

Coulisse erstreckt; um den Eindruck einer ununterbrochenen Fläche zu erzielen, sind die Ecken abgerundet.

Auf diese Weise werden die durch ihre ungleich helle Beleuchtung störenden Luftsoffitten und Coulissen entbehrlich und es wird auch eine vollkommen richtige Perspective auf der Bühne insofern erzielt, als es hier, beim Asphaleia-Theater, zur Unmöglichkeit gehört, dass der Schauspieler in der Tiefe der Bühne neben einer kleineren Coulisse zu stehen kommt als im Vordergrunde.

Ausser dem Asphaleia- wäre noch das Haverland-Theater zu besprechen. Trotz seiner privilegirten auto-elektrischen Sicherheits-Apparate gegen Feuersgefahr, bietet es keine Sicherheit für das Publikum. Das Theater, wie es heute gedacht ist, kann doch in Brand gerathen, sofern die Apparate versagen, eine Gefahr, die eben bei keinem elektrischen Apparate ausgeschlossen ist. Auch der Fall ist möglich, dass, wenn der betreffende Mann, dem die Functionirung bei einem bestimmten Apparate übertragen ist, seinen Dienst aus irgend einem Grunde in dem entscheidenden Moment nicht versieht oder in der Aufregung den unrechten Taster drückt, oder überhaupt etwas passirt, was Menschen nicht voraussehen oder im Voraus nicht verhindern können, das Theater sammt seinen Apparaten ein Raub der Flammen wird; ob man unter solchen Verhältnissen von einer Sicherheit für Publikum und Schauspieler sprechen kann, möge jeder selbst beurtheilen.

Denn sobald der Ausbruch eines Brandes möglich ist, wenn derselbe auch sofort gelöscht werden kann, so ist doch keine Sicherheit für das Publikum geboten, da die blosse Panique schon grässliche Folgen im Gefolge hat. Gewiss wird Niemand trotz des Bewusstseins, dass im Theater auto-elektrische Sicherheits-Apparate gegen Feuersgefahr angebracht sind, ruhig abwarten, bis dieselben ihre Schuldigkeit gethan und den beginnenden Brand gelöscht haben; gewiss wird dann jeder eher an die Rettung seines Lebens, als an die Apparate und ihre Sicherheit denken. Und was für grässliches Unglück in den Momenten der Angst sich ereignen kann, haben wir schon leider oft genug erfahren. Alle Apparate und Vorsichts-Massregeln bieten weder für Publikum noch für Schauspieler genügende Sicherheit; dieselbe kann nur vollkommen gewährt sein, wenn das Theater selbst, d. h. in Folge seiner Bauart und Einrichtung nicht brennbar ist; ist kein Brennmaterial vorhanden, so sind auch keine Sicherheits-Apparate nöthig und das Leben des Publikums ist weder dem Zufall noch der Aufmerksamkeit von nicht unfehlbaren Menschen Preis gegeben.

Diese Aburtheilung der Einrichtung im Haverland-Theater gilt durchaus nur für das Theater; wie sich diese automatischen Sicherheits-Apparate in anderen Räumen bewähren, darüber an dieser Stelle zu urtheilen, ist nicht unsere Sache, da doch nur das ausgestellte Theater in Rede steht.

Und beim Theaterbetrieb kann eine Störung der Apparate vorkommen, selbst wenn man sie täglich probiren würde. Dass aber die Ausführung dieses Vorhabens eine Unmöglichkeit ist, ergibt schon die Rücksicht auf die Conservirung des Bühnen-Inventars. In welchem Zustande müsste sich die Bühneneinrichtung in kurzer Zeit befinden, wenn man sie täglich einwässern würde, und müssten nicht Schauspieler und

Sänger, die auf einem Podium, welches nie Zeit zum Austrocknen hätte, mehr mit dem Schnupfen als mit ihrem Beruf zu thun haben?

Bei derlei Proben müssten auch alle Decorationen und Schnüre entfernt werden, da doch beide, wenn sie oft nass werden, schnell zu Grunde gehen; welche Zeit aber dazu erforderlich wäre, um sämmtliche Schnüre, Seile und Taue, die in einem Theater nöthig sind, zu entfernen und wieder anzubringen, welches Capital darin steckt, sowie auch der Umstand, dass Versenkungen und Versenkungschieber durch die Nässe unbrauchbar werden, dies Alles scheint der Erfinder nicht in Betracht gezogen zu haben.

DIE

ELEKTRISCHE

KÜSTEN-BELEUCHTUNG

VON

FRANZ KLEIN
DIPLOMIRTER INGENIEUR.

Das Streben, für Zwecke der Fresnel'schen Linsenapparate zur Küstenbeleuchtung eine möglichst intensive Lichtquelle zu gewinnen, schien in dem Momente erreicht zu sein, in welchem die Frage der elektrischen Beleuchtung das Stadium des Versuches verlassen hatte. Ist es ja doch in den optischen Eigenschaften der Glaslinsen gelegen, ihrer Aufgabe, das Licht zu concentriren, um so vollständiger zu entsprechen, je geringer die Ausdehnung der Lichtquelle selbst ist. Dass nach dieser Richtung hin aber keine andere den Vergleich mit der elektrischen Lampe wagen darf, ist von vornherein unbestritten.

Eben deshalb sehen wir bereits im Jahre 1857 unter Faraday's Leitung zu Blackwall in England Versuche angestellt, deren günstige Resultate dahin führten, dass man schon im nächsten Jahre South-Foreland bei Dover elektrisch beleuchtete; am 8. December 1858 brannte daselbst zum ersten Male elektrisches Licht und vier Jahre später ebenso auf Dungeness, ebenfalls im Canal.

Frankreich machte sich die hier gemachten Erfahrungen zu Nutze und richtete 1863 den einen und 1865 den zweiten der Thürme la Hève bei Havre für elektrische Beleuchtung ein; 1869 folgte der Thurm auf Gris-Nez, in der Strasse von Calais und in den letzten Jahren entschloss man sich auch die Thürme von Planier bei Marseille und Palmyre an der Mündung der Gironde dafür zu installiren. — Zu Anfang des Jahres 1880 machte endlich der General-Inspector und Director der französischen Küstenbeleuchtung E. Allard den Vorschlag, die ganze französische Küste im Canal, dem atlantischen und mittelländischen Meere nebst Corsica elektrisch zu beleuchten. Unter dem 27. Januar 1880 überreichte derselbe nämlich dem Handelsminister eine diesbezügliche Denkschrift, die sich ebenso der Zustimmung der Commission des phares als des Conseil général des ponts et chaussées zu erfreuen hatte, so dass die Deputirtenkammer in ihrer Sitzung vom 30. Mai 1881 für die Durchführung dieses Programmes die Summe von 8 Millionen Francs bewilligte.

Demzufolge sollen 46 Leuchtthürme I. Ordnung mit elektrischen Apparaten versehen werden, von denen, da zur Zeit der Genehmigung des Programmes längs der ganzen französischen Küste erst 4 bestanden, 42 zu installiren wären.

Die Entfernung, in welcher dieselben angeordnet werden, ist so gedacht, dass sich fast überall die Leuchtkreise, welche sich auf Grund langjähriger Beobachtungen für den Canal und den atlantischen Ocean auf $^{11}/_{12}$, für das mittelländische Meer auf $^{17}/_{18}$ des Jahres beziehen, im Allgemeinen schneiden; etwaige Lücken werden durch die bestehenden Oelleuchtfeuer ausgefüllt bleiben. Darnach soll also während der genannten Zeit des Jahres ein längs der Küste fahrendes Schiff niemals aus dem Bereiche eines Leuchtthurmes gerathen, ohne nicht zugleich schon das benachbarte in Sicht zu bekommen. Für diese elektrisch beleuchteten Feuer ist die Lichtstärke von 125.000 Carcelbrennern*) zu Grunde gelegt, während die für Mineralöl eingerichteten Leuchtfeuer I. Ordnung nur eine solche von 6250 Carcelbrennern besitzen und die denselben entsprechenden Leuchtkreise sich nur für die Hälfte des Jahres schneiden.

Die Denkschrift, mit welcher Allard seine Vorschläge begleitet (Mémoire sur les phares électrique), ergeht sich in der weitgehendsten Weise in der Darlegung der Vortheile, welche durch Verwendung des elektrischen Lichtes für Seeleuchten zu erwarten stehen und findet dasselbe jeder anderen Lichtquelle überlegen. Unsere Aufgabe soll es sein, an dieser Stelle all' diejenigen Momente hervorzuheben, welche bei Entscheidung dieser Frage in Betracht gezogen werden müssen und dies um so mehr, als gerade auf dem Gebiete der elektrischen Küstenbeleuchtung selbst in den verbreitetsten Werken über elektrische Beleuchtung Angaben enthalten sind, die keiner anderen Quelle, als nur dem eigenen Wunsche entsprungen sein können, das Feld, welches das elektrische Licht zu beherrschen hätte, möglichst zu erweitern. So lesen wir z. B. in einem erst vor wenigen Monaten in 3. Auflage erschienenen Werke: „Das elektrische Licht ist für die Beleuchtung von Leuchtthürmen ganz besonders geeignet und findet zu diesem

*) Die französische Lichteinheit, Bec Carcel, ist definirt durch das Licht einer Carcel- (Moderateur-) Lampe von bestimmter Dochtweite und bestimmtem Consum gereinigten Colzaöls (Kohlsaat- oder Rüböl). Bei der älteren Einheit ist die Dochtweite 30 *mm* und der Oelconsum pro Stunde 42 *g*, bei der neueren, kleineren 20 *mm*, bzw. 40 *g*.

Bei uns steht die deutsche Normalkerze in Verwendung, d. i. eine Paraffinkerze von 20 *mm* Durchmesser, wovon 12 auf ein 1 *kg* gehen; deren Docht ist aus 24 baumwollenen Fäden geflochten und wiegt im trockenen Zustande 0·668 *g* pro 1 *m* Länge, die Flammenhöhe soll 50 *mm* betragen. — Nebstdem steht in Deutschland auch die Münchener Stearinkerze in Gebrauch, welche 10·2—10·6 *g* Stearin pro Stunde consumirt und aus einem Stearin von 76—76·6% Kohlenstoff hergestellt sein soll; die mittlere Flammenhöhe beträgt bei einem mittleren Materialconsum von 10·4 *g* pro Stunde 52 *mm*.

In England wird als Lichteinheit die Londoner Walrath- oder Parlamentskerze (London standard spermaceti candle) verwendet, die bei einer Flammenhöhe von 45 *mm* pro Stunde 120 Grains (7·776 *g*) Spermaceti (Walrath) verbrennt.

Zur Vergleichung der Lichteinheiten unter einander diene das folgende Verhältnis:

Deutsche Normalkerze	Münchner Kerze	Engl. Parlaments-Kerze	Bec Carcel gross	Bec Carcel klein
1	0·887	0·997	0·148	0·1402,

wobei jedoch zu bemerken ist, dass den neuesten vom Board of Trade in London durchgeführten Versuchen zufolge, diesen Angaben insofern nicht viel Vertrauen entgegen gebracht werden darf, als die einzelnen Proben Resultate lieferten, die selbst bis auf 20% und darüber variiren.

Zwecke an den französischen, englischen, russischen, österreichischen, schwedischen und egyptischen Küsten vielfach Anwendung"! — In wie weit diese speciell die Eigenschaft des elektrischen Lichtes betreffende Behauptung richtig ist, wird sich aus dem Nachfolgenden ergeben; an dieser Stelle sei nur darauf hingewiesen, dass Oesterreich und Schweden keine elektrisch beleuchteten Leuchtthürme besitzen und, soweit mir bekannt, von russischen nebst dem von Berdiansk im Asow'schen Meere nur die zwei in Odessa, von egyptischen jener in Port-Said hiefür 1866, bez. 1868 installirt wurden.

Bei Erörterung dieser an sich sehr interessanten Frage erscheint es wohl zunächst nothwendig, das Augenmerk nach England zu lenken, woselbst seit 1862 noch die folgenden Thürme elektrisch beleuchtet wurden: 1871 Souter Point, 1872 der zweite Thurm von South-Foreland, in welchem Jahre auch gleichzeitig der Apparat des 1. Thurmes umgebaut wurde und endlich 1878 Cap Lizard mit zwei Lichtern. Seither ist aber nicht blos ein Stillstand eingetreten, sondern Dungeness, das seit 1862 für elektrische Beleuchtung eingerichtet wurde, besitzt zur Zeit wieder Oelbeleuchtung.

Die ersten grösseren Versuche, welche in England nach 1857 unternommen wurden, datiren aus dem Jahre 1874. Sie fanden am Signalthurme des Parlamentshauses unter Percy's und Priny's Leitung statt und ergaben, dass sich bei klarem Wetter das elektrische Licht gegenüber dem Gaslichte in entschiedenem Vortheile befindet, bei Nebelwetter sich jedoch dieses Verhältnis umkehrt. Ein ähnliches Resultat lieferten die im Howth-Baily-Leuchtthurme angestellten Proben; während man in der Entfernung von 6 englischen Meilen mittelst Erleuchtung durch elektrisches Licht gewöhnliche Druckschrift lesen konnte, warf das Gaslicht nur einen schwachen Schatten an der Wand des dunklen Beobachtungszimmers; bei eintretendem Nebel wurde aber das elektrische Licht immer schwächer und verschwand schliesslich viel eher als das Gaslicht. Es zeigte sich das sogenannte quadriforme Gaslicht von 5000 Kerzen Stärke, dem elektrischen Lichte von 16.500 Kerzen bei Nebelluft auf $5^1/_4$ engl. Meilen überlegen; der gleiche Effect wäre eigentlich erst bei 28.500 Kerzen intensivem electrischen Lichte zu erzielen gewesen. Ebenso erwies sich Oellicht von nur 722 Kerzen Stärke wirkungsvoller als die durch Serrin-Lampen erzielte Intensität.

Gerade aber für die Schiffahrt können die hieraus möglicherweise resultirenden Täuschungen in der Entfernung von den verheerendsten Folgen begleitet sein, da sich im Allgemeinen nicht erkennen lässt, ob und wie weit die Luft mit Nebel geschwängert ist. So geht z. B. aus den statistischen Nachweisungen, welche Admiral Collinson geliefert hatte, ganz deutlich hervor, dass seit Einführung des elektrischen Lichtes auf Dungeness die Strandungen in dessen unmittelbarer Nähe häufiger werden und nur durch die bei verschiedenen Zuständen der Atmosphäre über die Entfernung hervorgerufenen Täuschungen zu erklären sind. Eben deshalb brennt jetzt daselbst wieder Oel. Es ist auch bezeichnend, dass längs der schottischen und irischen Küste kein Leuchtthurm mit elektrischem Lichte erleuchtet ist. — Diesfalls sagt die Commission der irischen Leuchtfeuer in ihrem Berichte: „Die Versuche mit elektrischem Lichte haben die Thatsache erhärtet, dass trotzdem es bei klarem Wetter das hellste ist, seine Wirkung bei Nebel,

wenn also die Gefahr am grössten und der Seemann derselben am bedürftigsten ist, in keiner Weise genügt."

Der Grund für dieses Verhalten des elektrischen Lichtes, welches man z. B. bei der probeweise durchgeführten Strassenbeleuchtung etc. ebenfalls zu beobachten Gelegenheit hatte, ist darin zu suchen, dass dessen Spectrum besonders arm ist an rothen Strahlen, die vom Nebel am wenigsten absorbirt werden. Sofern man glaubt, durch Zusatz entsprechender Stoffe (z. B. Strontian- oder Lithiumsalzen) zur Kohle diesen Uebelstand vollends zu beheben, befindet man sich, wenigstens nach dem Resultate der bisher hierüber angestellten Versuche zu schliessen, in einem Irrthum; denn wenn auch nicht zu leugnen ist, dass es durch einen solchen Zusatz möglich wird, die Quantität der rothen Strahlen zu vermehren, so wird damit die Intensität des Lichtes im Ganzen geringer werden, woraus also hervorgeht, dass es auf solche Weise nicht angeht, die im Wesen des elektrischen Lichtes liegenden Vortheile voll und ganz auszunützen.

Zur Illustration des Gesagten dienen die nachfolgenden Figuren 330 u. 331, welche die Intensitätsspectra des Oel-, bez. Gaslichtes (Fig. 330) und des elektrischen Lichtes (Fig. 331) von bestimmter Stärke darstellen. Auf der Horizontalen ist nämlich die Ausdehnung des Spectrums verzeichnet, während die Intensität als Ordinate aufgetragen erscheint. Durch die Linie *A* 1 2 3 4 5 6 *B* ist das Intensitätsspectrum beider Lichtquellen bei klarem Wetter zur Ansicht gebracht, während die Linie *A* 1' 2' 3' 4' V, das bei Nebelwetter resultirende Intensitätsspectrum repräsentirt, mithin die zwischen diesen beiden Linienzügen enthaltene, schraffirte Fläche jenes Quantum an Lichtstrahlen bildlich darstellt, welche durch den Nebel absorbirt werden. In Percenten ausgedrückt, beträgt dies beim elektrischen Lichte 94·6%, beim Oel- oder Gaslicht 82·2% der Intensität bei heiterem Wetter.

Der blosse Anblick der Figuren zeigt schon den grossen Unterschied in der Zusammensetzung der hier in Frage stehenden Lichtquellen. Man sieht, dass sich das Spectrum des elektrischen Lichtes viel mehr gegen die violetten Strahlen zu ausdehnt, insbesondere reich an blauen, hingegen aber arm an rothen Strahlen ist. An dieser Stelle tangirt die Intensitätscurve die Abscissenachse und bleibt bis nahezu in die Gegend der gelben Strahlen gegen dieselbe convex. Gerade umgekehrt ist das Verhalten der Intensitätscurve beim Oel- und Gaslichte. Im Bereiche der violetten Strahlen tangirt sie die Abscissenachse und kehrt bei den rothen Strahlen dieser ihre concave Seite zu.

Nicht allein der im Mangel von rothen Strahlen liegende Nachtheil ist es aber, welcher hier in Betracht kommt. Denn bei eintretendem Nebelwetter kann man auch noch die Wahrnehmung machen, dass das ursprünglich bläuliche Licht mit abnehmender Durchsichtigkeit der Atmosphäre sich immer mehr roth färbt, bis es endlich neben einem rothem Lichte nur sehr schwer unterschieden werden kann. Daraus resultirt aber ein anderer Uebelstand, der namentlich dann in Berücksichtigung zu ziehen ist, wenn es sich um die Verwendung von rothem und weissem Lichte als Charakteristik der einzelnen Leuchtthürme handelt, da man im besten Falle schliesslich doch nur einen Unterschied in der Nuance des Rothen, keineswegs aber einen Unterschied zwischen Roth und Weiss wahrnehmen kann.

Was überhaupt die Sichtweite des elektrischen Lichtes selbst bei klarem Wetter betrifft, so ist dieselbe keineswegs so bedeutend, als man mit Rücksicht auf die bedeutend grössere Intensität der elektrischen Lampen von vornherein erwarten sollte. Denn bedeutet J die Intensität einer Lichtquelle in der Entfernung 1 und a den Durchsichtigkeitsgrad der Atmosphäre, so ist die Lichtstärke L in der Entfernung d gegeben durch den Ausdruck:

$$L = \frac{a^d}{d^2} J,$$

woraus ersichtlich ist, dass wohl für gleiche d die Lichtstärke der Intensität proportional wächst, mit der Zunahme von d hingegen in weit geringerem Grade zu-

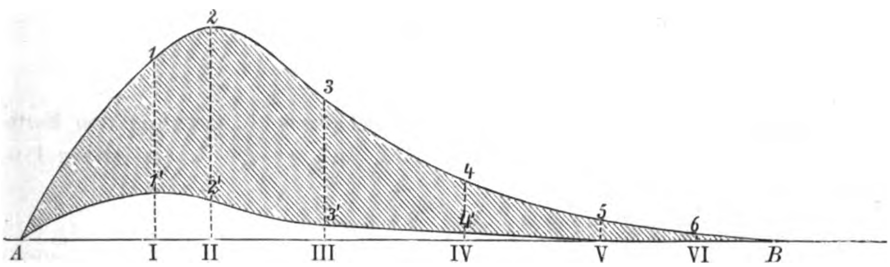


Fig. 330.

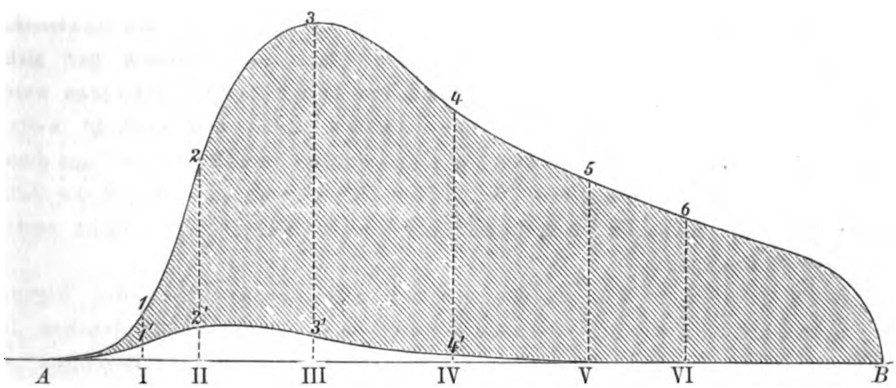


Fig. 331.

nimmt als die Intensität J, oder aber die Sichtweite L für intensivere Lichtquellen relativ um so kleiner wird, je kleiner a, d. h. je undurchdringlicher die Atmosphäre ist.

Die Bestimmung des Coefficienten a, welcher für den idealen Zustand der Atmosphäre gleich der Einheit ist und mit zunehmendem Nebel kleiner wird, kann nur durch Beobachtungen geschehen, welche in Frankreich durch die Leuchtthurmwärter in der Art erfolgen, dass diese in jeder Nacht die von ihrem Standpunkte sichtbaren Leuchtthürme notiren. Da man deren Intensität und Distanz kennt, so lässt sich hieraus feststellen, wie oft in einem bestimmten

Zeitabschnitte der Zustand der Atmosphäre günstiger oder weniger günstig war als jener, welcher gerade ihre Sichtbarkeit ermöglicht und hieraus in weiterer Folge die Distanz ableiten, auf welche die Lichteinheit gleich oft sichtbar als nicht sichtbar erscheint. Dieser Zustand der Atmosphäre gilt als das mittlere Wetter des betreffenden Meeres und auf dieses bezieht sich die Angabe „mittlere Sichtweite" des Leuchtfeuers.

In Bezug auf die Sichtbarkeit der elektrisch beleuchteten Thürme sind von nicht geringem Interesse auch die Wahrnehmungen, welche Schiffslieutenant L. Petit als Commandant des belgischen Postdampfers zu machen Gelegenheit hatte, welcher den Verkehr zwischen Dover und Ostende vermittelt. Petit beobachtete nämlich, dass in 100 Fällen die elektrisch beleuchteten Thürme von South-Foreland und Gris-Nez

69 mal	auf mehr als	20	Seemeilen,
12 „	zwischen	15—20	„
19 „	auf weniger als	15	„

zu sehen waren, während er die ölbeleuchteten Thürme I. Ordnung von North-Foreland, Ostende, Dünkirchen und Calais, von welchen die beiden ersten Fix-, die beiden letzteren Drehfeuer sind,

29 mal	auf mehr als	20	Seemeilen,
43 „	zwischen	15—20	„
28 „	auf weniger als	15	„

gesehen hatte.

Diese Daten sind wol kaum geeignet, die Ueberlegenheit des elektrischen Lichtes für Schiffahrtszwecke zu documentiren; denn sie beweisen gar nichts anderes, als nur das eine, was niemals und von keiner Seite angefochten wurde, nämlich: dass bei heiterem Wetter das elektrische Licht dem Oellicht weitaus überlegen ist. Wie es sich aber dem Nebel gegenüber verhält, das ist aus diesen Zahlen keineswegs zu entnehmen; für diesen Zweck müssten die auf die Sichtbarkeit unter 15 Seemeilen sich beziehenden Beobachtungen noch mehr auseinander gehalten werden.

Auch in Deutschland erlangte der Streit rücksichtlich der Eignung des elektrischen Lichtes für Küstenbeleuchtung bereits praktische Bedeutung. Die preussische Marineverwaltung fasste nämlich im Jahre 1870 den Beschluss, den neuen Thurm auf Norderney, an der ostfriesländischen Küste, elektrisch zu beleuchten, musste jedoch dieses Vorhaben in Folge des energischen Widerstandes aufgeben, welchen die Bremer und Hamburger Delegirten diesem Projecte entgegenstellten, das sie gerade mit Rücksicht auf die bisher in England gesammelten Erfahrungen energisch bekämpften.

Frankreich stand indessen seit jeher der Verwendung des elektrischen Lichtes für Seeleuchten viel freundlicher gegenüber. Schon im Jahre 1870 äusserte sich Ingenieur Quinette de Rochemont hierüber folgendermassen: „Die Vergrösserung der Tragweite ist ziemlich bedeutend, besonders bei etwas nebligem Wetter; sie gestattet vielen Schiffen die Fortsetzung der Fahrt und das Einlaufen in den Hafen, was bei den mit Oel beleuchteten Thürmen nicht möglich wäre. Das Licht, welches durch fortwährendes Flimmern anfangs viel zu wünschen

übrig liess, ist, Dank den verbesserten Apparaten und den durch die Wärter gesammelten Erfahrungen, nach und nach zu einer bemerkenswerthen Stabilität gelangt. Die Furcht, welche man im Vorhinein wegen der Zartheit gewisser Theile der Apparate hatte, hat sich in der Praxis als grundlos erwiesen."

Welchen Standpunkt man aber trotzdem in dieser Richtung noch bis zum Jahre 1878 eingenommen hatte, dafür spricht wohl am deutlichsten die bei Gelegenheit der Pariser Ausstellung 1878 seitens des französischen Ministeriums für öffentliche Arbeiten publicirte Schrift (Notices sur les modèles, cartes et dessins. Paris 1877), in welcher Allard wörtlich sagt: „Die Anwendung des elektrischen Lichtes zur Illumination der Leuchtthürme ist schon seit 14 oder 15 Jahren bekannt, hat sich aber in diesem Zeitraume nicht so schnell verbreitet, als man vermuthen sollte. In Frankreich sind erst drei elektrische Apparate in Function, u. zw. am Cap la Hève und am Cap Gris-Nez. Dies hat seinen Grund nicht darin, dass die Maschinen zur Erzeugung des elektrischen Stromes, beziehungsweise elektrischen Lichtes unvollkommen wirken oder Unfälle herbeigeführt hätten; man muss im Gegentheile anerkennen, dass sie mit aller wünschenswerthen Regelmässigkeit functioniren. Alle wichtigen Leuchtthürme Frankreichs sind jedoch seit langer Zeit mit optischen Apparaten für Oellicht eingerichtet, so dass man bei Einführung des elektrischen Lichtes das Capital opfern muss, welches diese Apparate repräsentiren und eine ebenso grosse Neu-Ausgabe, um die neue Beleuchtungsmethode einzuführen. Dies ist der Grund, welcher die Anwendung der Elektricität weiter hinausschiebt."

Es ist dies aber auch ein Umstand, welcher die weitgehendste Beachtung verdient. — Theoretisch kann man eigentlich nur einen einzigen Lichtpunkt in die Berechnung einführen, von welchem aus die Strahlen nach allen Richtungen ausgehen und durch den Linsen- und Prismenapparat parallel gebrochen und reflectirt werden. Thatsächlich hat aber die Flamme eine gewisse Ausdehnung, welche mit der Intensität, also mit der Grösse der Apparate wächst und deshalb eine bestimmte Divergenz der Strahlen sowohl im horizontalen als im verticalen Sinne erzeugt, die als eine Function der Ausdehnung der Lichtquelle und der Grösse des Apparates sich darstellt. Wenn auch hiedurch der Vortheil erwächst, dass bei Fixlicht nicht blos der Horizont, sondern der ganze zwischen diesem und dem Leuchtthurme befindliche Kreis beleuchtet und bei rotirendem Feuer die Dauer der Blitze verlängert wird, so resultirt hieraus der Nachtheil einer geringeren Intensität des austretenden Lichtes, indem sich dieselbe Lichtmenge auf eine grössere Fläche vertheilt. Das ist auch der Grund, warum dieselbe Lichtquelle in verschieden grossen Apparaten eine Wirkung hervorbringt, die dem Radius der letzteren gerade proportional ist; für dieselbe Lichtwirkung bedingen deshalb intensivere Lichtquellen im Allgemeinen kleinere Apparate, deren untere Grenze aber wieder durch die Grösse des kleinsten Sehwinkels, unter welchem noch eine Lichtempfindung möglich ist, gegeben wird.

Ueberhaupt ist der Leuchtapparat in seiner Wirkungsweise nicht anders, als ein mathematisches oder optisches Instrument zu betrachten und zu behandeln. Hier wie dort stellt die Praxis Bedingungen, welche durch die mechanische Construction erfüllt werden müssen. Während nun die Theorie diese

Forderungen in die mathematische Zeichensprache überträgt und so die Form, Grösse und Lage der einzelnen Elemente berechnet, ist es Aufgabe des ausführenden Optikers auf Grundlage der früher gewonnenen Resultate die Elemente in der richtigen Form und Grösse herzustellen; ihnen die richtige Lage zu geben, d. h. die Montirung kunstgerecht durchzuführen, das ist Sache des Mechanikers, der durch die gewählte Anordnung den Anfordrungen der Praxis in Bezug auf Divergenz der Strahlen volle Rechnung zu tragen sich bemühen muss.

Darauf nimmt aber die Art der Lichtquelle einen ganz bedeutenden Einfluss. Weil die Oellampe eine Flamme von bedeutender Ausdehnung besitzt, so ist es nicht nothwendig, den Schliff der Linsen und Prismen mit einer solchen Präcision auszuführen, welche einen leuchtenden Punkt zur Voraussetzung hat; sie muss nur in dem Apparate eine solche Stellung erhalten, dass die aus demselben austretenden horizontalen Strahlen die grösste Intensität besitzen.

Anders ist es jedoch beim elektrischen Lichte. Fasst man Regulatorlampen in's Auge, so ist es bekannt, dass sich diese in Bezug auf die Art der Strahlung wesentlich verschieden verhalten, je nachdem sie von einer Maschine für gleichgerichtete oder Wechselströme gespeist werden. Im ersten Falle brennt die negative Kohle spitz ab, während sich die positive etwas aushöhlt und so eine Art Reflector bildet, dessen Achse mit jener der Kohlen zusammenfällt, wenn dieselben axial stehen, hingegen geneigt ist, wenn sie gegen einander verstellt erscheinen. Es entsteht also in jedem Falle eine Art Lichtkegel, dessen Strahlen nach unten oder nach oben gerichtet sind, je nachdem die obere oder die untere Kohle den positiven Pol bildet. Im zweiten Falle, wenn Wechselstrom-Maschinen zur Verwendung kommen, leuchtet jede einzelne Kohlenspitze für sich und man hat hier eigentlich zwei Lichtpunkte von grösserer oder geringerer Ausdehnung, welche in einer bestimmten Entfernung über einander stehen. Wie bei der Oelbeleuchtung, hängt in beiden Fällen die Lichtintensität von der Richtung ab, in welcher man die leuchtende Fläche betrachtet, erreicht aber nur für Wechselströme nahezu im Horizont ihr Maximum.

Diese Umstände müssen demnach bei Construction der Leuchtapparate berücksichtigt werden und es muss für gleichgerichtete Ströme im Brennpunkte der Linsen der Brennpunkt der leuchtenden Hohlfläche der positiven Kohle erscheinen. Ist diese oben, so haben die Strahlen grösster Intensität die Richtung nach abwärts und es kommen für diese vor Allem die unteren Linsen- und Prismenringe zur Geltung, die oberen dagegen dann, wenn die positive Kohle sich unten befindet. Bei Wechselströmen muss aber immer ein Verlust von Licht a priori erfolgen, es mag der leuchtende Punkt der einen oder der anderen Kohle oder aber der dunkle Zwischenraum zwischen den leuchtenden Kohlenspitzen in den Brennpunkt des Apparates gestellt werden; nun ist aber gerade im letzteren Falle dieser Verlust für die Intensität der horizontalen Strahlen am bedeutendsten.

Um überhaupt die Ueberlegenheit der gleichgerichteten Ströme gegenüber den Wechselströmen noch deutlicher zu illustriren, sei auf Fig. 332 verwiesen. Daselbst sind die auf Grund photometrischer Messung erhobenen Lichtintensitäten nach verschiedenen Richtungen graphisch dargestellt; zur Erzeugung des con-

tinuirlichen Stromes war eine Betriebskraft von 202 *kgm* und des Wechselstromes eine solche von 205 *kgm* erforderlich. Die volle Linie (*Max*) bezieht sich auf continuirliche Ströme (positive Kohle oben), die volle Linie (*max*) auf Wechselströme. Man ersieht hieraus, dass die Maximal-Intensität für Gleichströme ungefähr unter einem Winkel von 60° gegen die Horizontale zu suchen ist; hingegen ist das Maximum der Intensität für Wechselströme nahezu 15° unter dem Horizonte. Die mittlere Intensität der Gleichströme zeigt der grössere, jene der Wechselströme der kleinere strich-punktirte Kreis und kann man hieraus entnehmen, dass sich diese Totalintensität der Wechselströme zu jener der Gleichströme ungefähr wie 1 : 2·9 verhält.

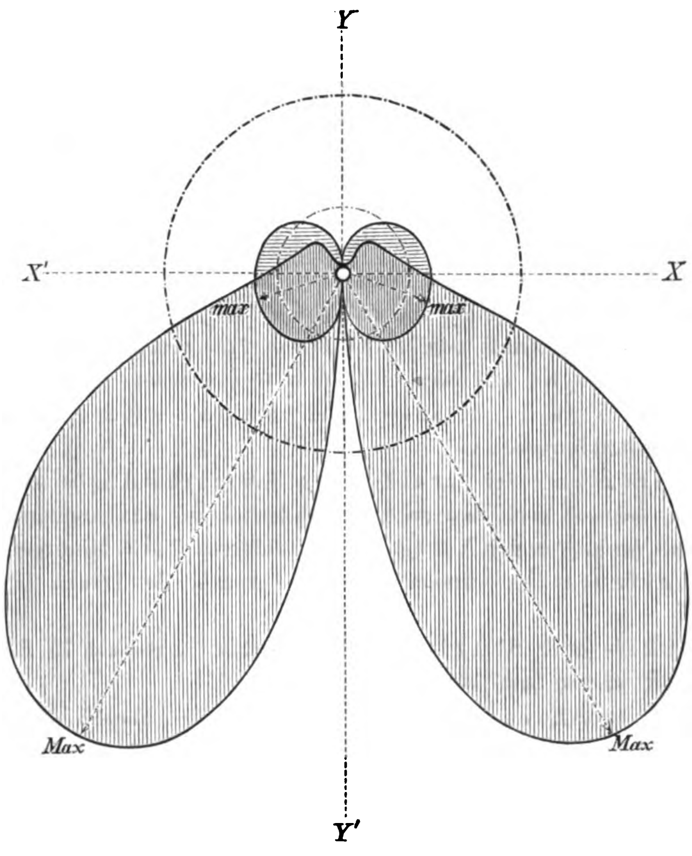


Fig. 382.

Die besten elektrischen Lampen vorausgesetzt, ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass nicht unbedeutende Schwankungen in der Stellung des leuchtenden Punktes und damit also auch in der Richtung des Strahlenbündels vorkommen, welche gleich sind seiner Divergenz; deshalb erscheint es nothwendig, dass der Wärter selbst die Stellung der Lampen regulirt, zufolge welcher Einrichtung es auch möglich wird, die Richtung der Strahlen grösster Intensität nach Bedarf zu ändern. Bei heiterer Luft erfolgt dies nach der Grenze der geo-

graphischen Sichtweite, bei Nebel aber nach jenem Punkte, bis zu welchem die dem Zustande der Atmosphäre entsprechende Sichtweite reicht. Man wird deshalb bei Berechnung der Apparate darauf Rücksicht nehmen und die unteren Prismen so anzuordnen haben, dass für alle atmosphärischen Verhältnisse die austretenden Strahlen eine solche Divergenz besitzen, welche selbst in ihrem kleinsten Betrage der Bestimmung des Apparates zu entsprechen vermag, eine Forderung, welche bei Apparaten für Oelbeleuchtung in Folge der grossen Ausdehnung der Flamme stets erreicht ist.

Allard findet einen ganz besonderen Vortheil des elektrischen Lichtes in der durch dessen grosse Intensität geschaffenen Möglichkeit, die Anzahl der im Horizonte vertheilten Blitze beliebig zu vermehren, in Folge dessen deren Dauer zu jener der Finsternis zu erhöhen, damit aber auch zugleich den einzelnen als Drehfeuer construirten Leuchten scharf von einander zu unterscheidende Erkennungsformen (Charakteristiken) zu geben.

Bisher, d. i. beziehungsweise bei Oelbeleuchtung waren diesfalls, abgesehen vom Doppelfeuer, in Anwendung feste und Drehfeuer, die in der deutschen Marine nach den folgenden 7 Kategorien unterschieden werden:

1. Festes oder Fixfeuer; dieses leuchtet ununterbrochen mit gleichbleibender Lichtstärke, weiss oder farbig.

2. Festes Feuer mit Blinken; es ist dies ein in regelmässigen Zwischenräumen durch weisse oder rothe Blinke unterbrochenes Fixfeuer, welches ausserdem noch kurz vor und nach denselben verschwindet.

3. Wechselfeuer; ein abwechselnd roth und weiss erscheinendes Fixfeuer ohne Verdunklungen.

4. Rotirendes oder Drehfeuer; dessen charakteristisches Merkmal besteht darin, dass es nach und nach an Intensität zu- und abnimmt; zwischen den einzelnen Verdunklungen beträgt die Zeitdifferenz 1—3 Minuten.

5. Blinkfeuer; bei diesem steigt die Anzahl der Blinke bis zu 15 in der Minute.

6. Funkel- oder Blitzfeuer; bei welchem mehr als 15 Blinke in der Minute gezählt werden, und endlich

7. Unterbrochenes oder intermittirendes Feuer; dieses erscheint plötzlich, bleibt längere Zeit sichtbar und verschwindet ebenso plötzlich, jedoch nur auf kürzere Dauer.

Den optischen Apparat für Fixfeuer (Fig. 333) kann man sich dadurch entstanden denken, dass man das betreffende Linsenprofil um eine durch den Brennpunkt desselben gehende verticale Achse rotiren lässt. Derselbe sendet also Strahlen aus, welche den ganzen Horizont gleichmässig erhellen.

Das Fixfeuer mit Blinken wurde durch einen Apparat für Fixfeuer hergestellt, um den sich eine bestimmte Anzahl weisser oder rother, verticaler Cylinderlinsen dreht.

Für Drehfeuer waren aber bis in die jüngste Zeit polygonale, in der Regel achtseitige optische Apparate in Anwendung (Fig. 334), deren Seiten durch Fresnel'sche Linsen gebildet wurden, von denen der mittlere Theil eine vollständige planconvexe Linse ist und oben und unten von homocentrischen Ring-

stücken umgeben wird; namentlich die Montirung der letzteren war mit mancherlei Schwierigkeiten verbunden. Ein so adjustirter Apparat liefert also acht verticale Lichtbüschel 1—8, welche durch ebensoviel dunkle Intervalle unterbrochen sind, die je nach der Geschwindigkeit, mit welcher sich der ganze mittelst eines Uhrwerkes in Bewegung gesetzte Apparat dreht, in bestimmten Zeiträumen beobachtet werden können.

Indessen ist es auch möglich, statt des so complicirten Apparates die Charakteristik des Drehfeuers (Fig. 335) durch ein Fixfeuer L zu erreichen, um welches man einen vollständigen aus verticalen Cylinderlinsen gebildeten Schirm V mit entsprechender Geschwindigkeit rotiren lässt. Der Vortheil einer solchen Einrichtung liegt, abgesehen von der schwierigen Montirung der optischen Elemente, auch noch in dem Umstande, dass bei dieser letzteren Einrichtung das Uhrwerk viel weniger massiv gebaut zu werden braucht und auch viel weniger abgenutzt wird, nachdem es blos die Bewegung des leichten Linsenschirmes zu bewirken hat.

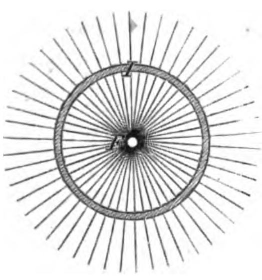


Fig. 333.

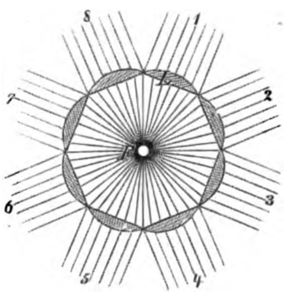


Fig. 334.

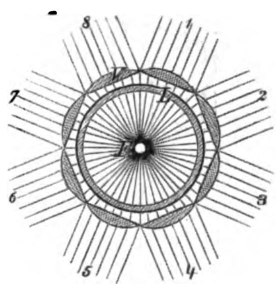


Fig. 335.

Diese durch E. Kraft & Sohn in Wien für eine grössere Leuchte, nämlich jene in Cazza,*) zuerst in Anwendung gebrachte Einrichtung soll nun bei Acceptirung der elektrischen Beleuchtung für die französischen Leuchtthürme ausschliessliche Verwendung finden. Je nachdem in diesen Schirmen die Form und Grösse der Elemente variirt wird, desgleichen auch deren Farbe, ist es möglich, nur allein durch diese Anordnung eine Charakteristik der verschiedenen Leuchten zu schaffen, welche durchwegs blos als Blitzlicht construirt werden sollen. Zu diesem Ende wurden folgende acht Charakteristiken acceptirt: weisses Blitzfeuer; Blitzfeuer mit 1, 2, 3 oder 4 weissen und 1 rothen Blitz; Blitzfeuer mit Gruppen von 2, 3 und 4 weissen Blitzen.

Aus den Figuren 336—344 kann man die Anordnung der Schirme, beziehungsweise die Anordnung der Linsen in den Schirmen und endlich die Gruppirung

*) Cazza ist eine Leuchte III. Ordnung. Hierüber, sowie insbesondere über die Seeleuchten-Fabrikation in Oesterreich siehe meine diesfälligen Berichte in: Wochenschr. des n.-ö. Gerwerbevereines 1880 u. 1884 und Wochenschr. des öst. Ing.- u. Arch.-Vereines 1882.

der Blitze selbst entnehmen. In den Figuren 342—344 bedeuten nämlich die vollen Linien weisse Blitze, die punktirten rothe. Demgemäss wird man auch in den Figuren 336—341 bemerken, dass die den rothen Blitzen entsprechenden Verticallinsen grösser dimensionirt erscheinen, wodurch eben der Eigenschaft des rothen Glases, das Licht in hohem Masse zu absorbiren, Rechnung getragen erscheint.

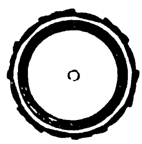


Fig. 336.

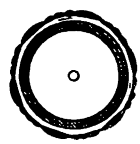


Fig. 337.

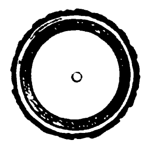


Fig. 338.

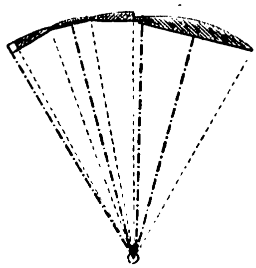


Fig. 339.

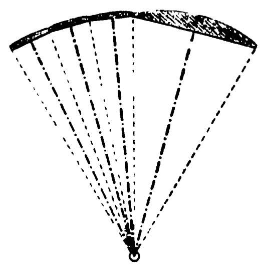


Fig. 340.

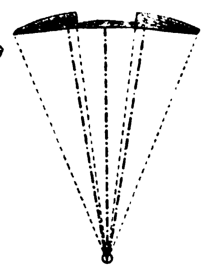


Fig. 341.

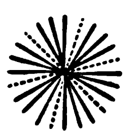


Fig. 342.

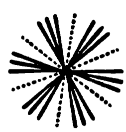


Fig. 343.

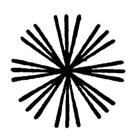


Fig. 344.

Es ist zweifellos, dass mit der Zunahme der Intensität der Lichtquelle die Möglichkeit der Vermehrung der Blitze wächst; man kann dieselben so rasch auf einander folgen lassen, dass einzig und allein durch die Gruppen der Lichtblitze an und für sich und mit Zuhilfenahme des Farbenwechsels die einzelnen Leuchten von einander sehr leicht unterschieden werden können, ohne dass die Zwischenräume, in welchen sie auf einander folgen, erst mit der Uhr in der Hand beobachtet werden müssten.

Dieser Vortheil ist aber nach dem Verhalten des elektrischen Lichtes Nebel gegenüber nur für heiteres Wetter erreichbar und hat daher auch nur für dieses seine ganz besondere Bedeutung; denn die Vorraussetzung, dass in dem Falle, als das Licht des Thurmes in Folge der Nebelmassen nicht direct gesehen wird, diese bei entsprechender Construction des Leuchtapparates selbst genug erleuchtet erscheinen sollen, um in einer Entfernung von 4 bis 5 Seemeilen sichtbar zu sein, bedarf noch der Bestätigung.*) Sobald aber die für elektrisches Licht in Aussicht genommene Charakteristik für diese ungünstigen atmosphärischen Verhältnisse genügt, dann ist sie umsomehr für Oelbeleuchtung geeignet und das für Cazza verwendete Princip deshalb auch für die alte Lichtquelle einer weiteren Durchbildung fähig.

Die vielfachen Einwendungen, welche gegen das elektrische Licht als Leuchtfeuer an Küsten erhoben wurden, versucht Allard in seiner Studie in den Annales des ponts et chaussées, Série VI., Tome III (La lumière électrique dans les phares) zu entkräften. Die besondere Autorität, welche Allard gerade auf diesem Gebiete besitzt, verleiht seinen Ausführungen um so grössere Bedeutung; indessen will es scheinen, als ob er in der Wahl seiner Argumente nicht besonders glücklich gewesen wäre.

Es wurde bereits eingangs darauf hingewiesen, dass die Sichtweite des elektrischen Lichtes nicht so gross ist, als man zufolge seiner bedeutenden Intensität erwarten sollte. Hieraus kann also kein Vorwurf für das elektrische Licht abgeleitet werden; vielmehr muss man das Verhalten als eine Thatsache hinnehmen, die unabhängig von der Natur der Lichtquelle einfach in dem Fernwirkungsgesetze und der grösseren und geringeren Durchdringlichkeit der Atmosphäre für Lichtstrahlen überhaupt ihre Erklärung findet.

Zum Ueberflusse berechnet Allard die durch 20fache Vergrösserung der Lichtquelle (125.000 Einheiten des elektrischen Lichtes gegenüber 6250 Einheiten für Oelbeleuchtung in den französischen Leuchtthürmen I. Ordnung) bedingte Zunahme der Sichtweite für:

$a = 0{\cdot}903$, d. i. den mittleren Zustand der Atmosphäre im Canal mit . . 42%
$a = 0{\cdot}747$, „ „ den ungünstigsten Zustand für $^{10}/_{12}$ des Jahres mit . . 34%
$a = 0{\cdot}055$, „ „ den ungünstigsten Zustand für höchstens 10 Nächte des Jahres mit 24%
und endlich für ganz dichten Nebel, bei welchem das Licht der Normallampe in 25 *m* Entfernung nicht mehr gesehen wird, mit . . . 16%,

zieht aber hieraus den Schluss, dass diese Vergrösserung dem elektrischen Lichte zu Gute kommt und immerhin bedeutend genug ist, um die Errichtung einer grösseren Anzahl von Leuchtfeuern zu ersparen und die Sicherheit der Schiffahrt zu erhöhen. Er sagt, dass demzufolge das elektrische Licht als eine grosse Er-

*) Wenigstens verlautet noch immer nichts über die Erfahrungen, welche man in Berdiansk im Asow'schen Meere gemacht hatte. Der dortige Leuchtthurm wurde nämlich so umgebaut, dass dessen oberer Theil eine Reihe von Ringen erhielt, deren Anordnung so getroffen wurde, dass ein nach oben austretendes verticales Strahlenbüschel die Wolken und die die Athmosphäre erfüllenden Wasserdämpfe überhaupt erhellen sollte.

rungenschaft für die Küstenbeleuchtung betrachtet werden muss, da nur auf solche Weise die Erzeugung von Flammen mit so bedeutender Intensität möglich geworden ist, ohne dass die Kosten der Lichterzeugung hiedurch wesentlich gesteigert werden.

Gerade eine solche Vergleichung des elektrischen und Oellichtes ist aber keineswegs zulässig; denn ebenso als es nicht möglich ist, verschiedenfarbiges Licht auf Grund photometrisch erhobener Daten unter Zugrundelegung der Lichteinheit des weissen Lichtes mit diesem und unter einander zu vergleichen, kann man auch die photometrisch bestimmten Lichtstärken der in Bezug auf ihre Spectra so verschiedenen Lichtquellen nicht in dieser Weise benützen und demnach auch nicht einen unter Zugrundelegung einer bestimmten Lichtquelle ermittelten Coefficienten ohne Weiteres für eine andere Lichtquelle verwenden. Solche Fragen lassen sich eben nicht in Formeln einzwängen, die für alle farbigen Strahlen und somit auch für alle Lichtquellen Geltung behalten könnten; hier kann einzig und allein nur die Erfahrung entscheiden und diese lässt heute eine bestimmte Antwort noch keineswegs zu.

Die Installationskosten sind unter jeder Bedingung und selbst für eine Neu-Anlage höher als für Oelbeleuchtung und dies schon deshalb, weil man aus begreiflicher Vorsicht die maschinellen Anlagen in duplo ausführen muss. Aber auch die Betriebskosten sind wesentlich höher. Der Allard'schen Denkschrift zufolge betragen dieselben in Frankreich pro Jahr für ein Oelfeuer I. Ordnung 8310 Frcs., hingegen für ein solches mit elektrischem Licht, u. zw. auf la Hève 11.360 Frcs. und für jenes auf Gris-Nez 13.410 Frcs. Sofern man sie auf die Lichteinheit berechnet, dann stellen sich die Verhältnisse für elektrisches Licht freilich weitaus günstiger; denn eine solche kostet für ein Oelleuchtfeuer I. Ordnung im Mittel pro Jahr 406 Frcs., für la Hève 109 Frcs. und für Gris-Nez sogar nur 97 Frcs. Doch kann dieser Massstab hier unmöglich in Betracht kommen, weil gerade im Momente der grösseren Gefahr, d. i. bei Nebelwetter, die Ueberlegenheit des elektrischen Lichtes bestritten wird.

Um diesen letzteren Vorwurf zu entkräften, geht Allard auf die Zusammensetzung der Spectra beider Lichtquellen ein und schätzt das Verhältnis der Menge der rothen Strahlen zwischen Oel- und elektrischem Licht wie 13 : 9. Auf Grund dieser Annahme findet er, dass die Sichtbarkeit des elektrischen Lichtes in der Intensität, in welcher es für Leuchten I. Ordnung Verwendung finden soll, noch immer um 19% dem Oellichte überlegen ist. In dieser Richtung etwas ganz Bestimmtes zu sagen, fällt wohl heute, wo bezüglich der Zusammensetzung des Spectrums des elektrischen Lichtes die Beobachtung noch nicht zum Abschlusse gebracht sind, sehr schwer. Indessen bedarf es wohl nur eines Hinweises auf die Figuren 330 u. 331, aus welchen hervorgeht, dass sich dieses Verhältnis zwischen Roth im elektrischen und Oel-, bez. Gaslicht, ungefähr wie 6 : 1 stellt, als auch des Studiums der Versuche von Crova und Lagarde, wie solche im Engineering Vol. XXXIV. auszugsweise zur Mittheilung gebracht wurden, um die Allard'sche Annahme in der That nur als Hypothese zu kennzeichnen.

Am allerwenigsten scheint aber das dritte Argument Allard's geeignet, einer ernsten Kritik Stand halten zu können. Es wurde nämlich die Befürchtung

ausgesprochen, dass die grosse optische Sichtweite der elektrisch beleuchteten Thürme deshalb illusorisch bleiben werde, weil bei ihrer geringen Dimensionirung ein viel zu kleiner Sehwinkel resultire. — Um diese Befürchtung zu entkräften, führt Allard an, dass bei klarem Wetter das Leuchtfeuer von Cap Bearn im Mittelmeere (unweit der spanischen Grenze) von dem 92·6*km* entfernten Berge von Adge (an der Mündung des Hérault in Languedoc) mit freiem Auge (!) deutlich gesehen worden wäre, demzufolge der Sehwinkel im verticalen Sinne 6″ und jener im horizontalen gar nur 0·24″ betragen hätte!

Allard wendet sich in seiner Argumentation hauptsächlich gegen Wigham, den Erfinder eigener Gasbrenner, die seit 1865 an den irischen Küsten in Verwendung stehen und sich sehr gut bewähren. — Es soll gar nicht in Abrede gestellt werden, dass Wigham besonders für seine Erfindung eingenommon sein mag und in Folge dessen, wie Allard meint, die Verwendung des elektrischen Lichtes bekämpft; indessen wird wohl zugegeben werden müssen, dass die soeben analysirten Argumente keineswegs so stichhältig sind, um die Einwände, welche sie bekämpfen, zu widerlegen. Die Erfahrung, die einzige Lehrmeisterin in dieser Beziehung, wird am besten die einander widerstrebenden Meinungen zu klären vermögen und nach dieser Richtung hin wird die Durchführung des französischen Beleuchtungsprogrammes gewiss das reichhaltigste Material liefern. — Mit nicht geringem Interesse wird man auch dem Resultate jener Versuche entgegen sehen dürfen, welche die im Auftrage des Trinity House vor zwei Jahren zusammengesetzte Commission anzustellen hatte, für deren Zweck eben drei Thürme errichtet wurden, von denen der eine mit Oel, der andere mit Leuchtgas und der dritte mit Elektricität gespeist wurde. Leider ist seither über den Verlauf der Versuche noch nichts in die Oeffentlichkeit gedrungen.

Welchen bedeutenden Einfluss übrigens die Grösse der Lichtquelle, d. i. die Ausdehnung der leuchtenden Fläche derselben zu nehmen vermag, das lehrt auch ein Versuch im Kleinen. Ein solcher wurde von uns über Veranlassung W. Kraft's mit Glühlampen, System Swan, in einer Signallaterne durchgeführt, um deren Eignung für Schiffszwecke zu erproben. Es zeigte sich ganz deutlich, dass die Sichtweite bedeutend wechselt, je nachdem man sich in Richtung der Ebene der Kohlenschlinge oder senkrecht darauf befindet.

Aus all' dem Angeführten dürfte zur Evidenz hervorgehen, dass die Verwendung des elektrischen Lichtes für Seeleuchten eigentlich noch nicht vollkommen spruchreif ist. Dass durch die sich mehrenden Fortschritte auf diesem Gebiete manches gegentheilige Argument vollständig entkräftet werden dürfte, daran ist gewiss nicht zu zweifeln; immerhin erscheint es aber mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Schiffahrt angezeigt, vorerst noch eine zuwartende Stellung einzunehmen, besonders aber im Hinblick auf die grosse Unzuverlässigkeit des elektrischen Lichtes in Bezug auf Schätzung der Entfernungen nicht ein Programm der Küstenbeleuchtung zu entwerfen, das elektrisches und Oellicht combinirt.

Auf der Ausstellung selbst war blos ein einziger, von der Firma Sautter, Lemonnier & Co. in Paris exponirter Leuchtapparat in natura zu sehen, welcher den Typus der für die französische Küste bestimmten Apparate darstellt. Derselbe war für Etilly bestimmt und gelangte daselbst auch im darauf

folgenden Jahre zur Aufstellung. Das Fixfeuer, für einen Beleuchtungskreis von 190° construirt, hat einen inneren Durchmesser von 0·60 *m*; der Verticalschirm von 0·70 *m* Durchmesser ist aus 24 planconvexen Linsen gebildet, die zu Gruppen von 4 weissen Blitzen combinirt sind. Die Dauer eines Blitzes beträgt ungefähr $^2/_3$ Secunde, die Dauer der Zwischenräume zwischen je 2 Blitzen 2 Secunden, während die einzelnen Gruppen durch 6 Secunden andauernde Verdunkelungen unterbrochen sind. Jener Theil des Fixfeuers, welcher den Horizont nicht zu beleuchten hat, wird durch einen Prismen-Reflector gebildet, welcher das Licht der elektrischen Lampe verdichtet.

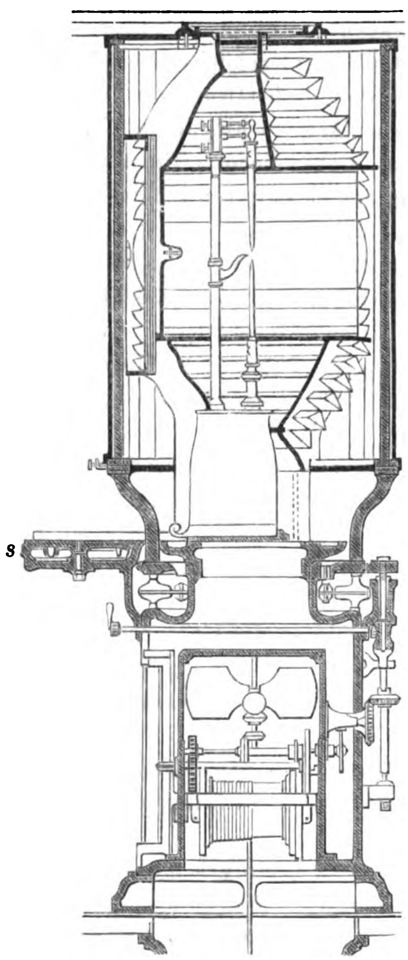


Fig. 345.

Nebstdem waren in Photographien auf der Ausstellung vertreten die Leuchten von Planier (vis à vis von Marseille), Razza (in der Bucht von Rio de Janeiro) und von Berdiansk (im Asow'schen Meere).

In der Fig. 345 ist der Schnitt der Leuchte von Planier zur Darstellung gebracht; hieraus kann auch die Construction des optisch-mechanischen Theiles solcher Leuchten überhaupt entnommen werden. Die Dimensionirung dieses Apparates stimmt mit dem vorhin besprochenen überein; eingeschlossen wird derselbe von einer Laterne von 4·0 *m* Durchmesser.

Die Leuchte von Razza ist bemerkenswerth durch die bedeutende Grösse des Leuchtapparates, dessen Durchmesser 1·40 *m* beträgt.*) Sie ist als Blitzlicht construirt, bei welchem zwei weisse und ein rother Blitz in Intervallen von 20 Secunden auf einander folgen. Der Durchmesser der Laterne beträgt 3·50 *m*.

Die Leuchte von Berdiansk, welcher bereits früher Erwähnung geschehen, ist durch die besondere Art der Construction des oberen Theiles des optischen Apparates ausgezeichnet; dieser

*) Von den elektrisch beleuchteten Thürmen besitzt Razza den grössten optischen Apparat. — Nicht ohne Interesse ist es an dieser Stelle zu erwähnen, dass gegen Ende des Vorjahres auf Hallet's Point bei New-York ein „Leuchtthurm“ von 77·75 *m* Höhe aufgestellt wurde. Derselbe ist durchgehends in Eisen u. zw. in Form einer abgestutzten Pyramide construirt, auf deren Plattform 6 Brush-Lampen von zusammen 24.000 Kerzenstärke Platz finden, deren directes Licht (ohne durch einen Leuchtapparat verdichtet zu werden) das enge Fahrwasser, welches den East-River mit dem Long-Island-Sund verbindet, beleuchtet und so den Schiffen nunmehr auch bei Nacht die Einfahrt ermöglicht.

Obertheil, im Wesen analog einem Apparate von 0·60 *m* besitzt einen Durchmesser von 1·0 *m* und ist so angeordnet, dass die einzelnen Lichtstrahlen zu verticalen, nach oben austretenden, von 5 zu 5 Secunden auf einander folgenden Strahlenbündeln vereinigt werden, welche bestimmt sind, die Nebelmassen oder die Wolken zu erhellen.

Von Wesenheit ist bei all' diesen Apparaten die Anbringung der elektrischen Lampe. Es erscheint ganz begreiflich, dass neben der im Centrum des Apparates befindlichen auch noch eine Reservelampe vorhanden sein muss, die entweder, sofern es der Raum gestattet, bereits excentrisch im Apparate selbst sich befindet (wie bei Razza), oder aber, wie dies nun allgemein der Fall ist, auf einem kleinen Schienengeleise (*s* in Fig. 345) im Falle des Bedarfes in den Apparat selbst eingeführt werden kann. Auch gebietet es die Vorsicht stets Oellampen in Bereitschaft zu haben, damit selbst dann, wenn auch die Reserve-Dampf- oder Dynamo-Maschine den Dienst versagen sollte, der Apparat durch Einführung einer von diesen Oellampen, wenn auch weniger intensiv, erhellt werden kann. Eine solche Nothbeleuchtung bleibt jedoch immer bedenklich; denn sie bedingt für den auf hoher See befindlichen Schiffer, dem die Thatsache des Wechsels der Lichtquellen unbekannt geblieben, zum mindesten Verwechslungen oder Täuschungen, welche aber in der Nähe von Untiefen oder Klippen auch von den verheerendsten Folgen für sein Fahrzeug begleitet sein können.

Schliesslich wäre noch zu erwähnen, dass bei den französischen Leuchtthürmen Serrin'sche Regulatorlampen zur Anwendung kommen, weil diese bei dem im ausgedehnten Masse angestellten Versuchen verhältnismässig am besten functionirten. Von Interesse ist auch noch der Umstand, dass die französische Leuchtthurmbehörde den Wechselströmen den Vorzug gibt, u. zw. deshalb, weil in Folge der gleichen Abnützung beider Kohlen der Lichtbogen sich viel constanter im Brennpunkte des Leuchtapparates erhält. Von den Dynamo-Maschinen entschied man sich, u. zw. ebenfalls auf Grund eingehender Versuche, für die Méritens-Maschine, so dass auch diese auf den neuen Leuchtthürmen zur Aufstellung gelangen dürfte. In der Ausstellung wurde der für Etilly bestimmte Apparat durch eine von Brückner, Ross & Cons. in Wien beigestellte Lampe von 5000 Kerzenstärke erleuchtet, welche von einer Gramme-Maschine derselben Firma gespeist wurde.

Wesentlich anders gestaltet sich jedoch die Frage bezüglich der Verwendung des elektrischen Lichtes für Zwecke der Schiffsbeleuchtung. Nachdem auf grösseren Schiffen — und nur diese kommen hier in Betracht — Motoren ohnehin vorhanden sind, so wird die Installation sich daselbst weniger umständlich gestalten, als für Zwecke der Leuchtthürme, wo sich die Schwierigkeiten rücksichtlich der maschinellen Anlage oft sehr gewaltig häufen. Auch handelt es sich bei der Schiffsbeleuchtung — abgesehen von der Erhellung der Innenräume — nicht blos darum, durch ein gutes Signallicht gesehen zu werden, als vielmehr um die Beleuchtung einer beschränkten Fläche, um diese aus grösserer Entfernung deutlich wahrnehmen zu können. Man will die Fahrbahn beleuchten, um Baken und Bojen, Felsenriffe und Untiefen, endlich auch kleine Boote sichtbar zu machen, hauptsächlich aber deshalb, um der Gefahr des

Zusammenstosses zweier Schiffe möglichst zu begegnen. Hiezu dienen einerseits die an den Masten und am Verdecke angebrachten Schiffslaternen, andererseits die daselbst installirten Projections-Apparate.

Siemens & Halske fertigen solche Apparate mit Prismen-Reflectoren, während Sautter, Lemonnier & Co. für die Verdichtung der Lichtstrahlen Mangin'sche Spiegel verwenden. Es sind dies nämlich an der Hinterfläche belegte Concavspiegel, deren Krümmungshalbmesser mit Rücksicht auf Brechungsindex und Glasdicke so berechnet sind, dass die sphärische Abweichung trotz grosser Spiegelöffnung äusserst gering ist. Diesfalls in Pola durchgeführte Versuche haben ergeben, dass unter gleichen Verhältnissen der Siemens'sche Prismen-Reflector eine Streuung des Lichtes von ungefähr 6^0 erzeugt, während die Streuungen mit dem Mangin'schen Spiegel-Reflector nur $2-4^0$ betragen; im letzteren Falle wird also die Lichtquelle viel besser ausgenützt. Solche Apparate waren nebst anderen Objecten für Schiffsbeleuchtungszwecke durch die genannten Firmen auf der Ausstellung vertreten.

Bei der österreichischen Kriegsmarine findet auch noch Burstyn's Auxiliar-Projector Verwendung. Derselbe dient zur Beleuchtung seitlich des Hauptstrahles eines grossen Projectors gelegener Objecte, um diese gleichzeitig und ohne erhebliche Verminderung des Lichteffectes im Hauptstrahle beobachten und verfolgen zu können. Im Wesentlichen besteht derselbe aus einem seitlich an dem Mangin'schen Projector anzubringenden Metallrohre, in welchem ein Planspiegel in Universalgelenken drehbar eingesetzt ist, und so die Abtrennung von Lichtbüscheln unter beliebigem Winkelabstande gestattet.

NAMEN-REGISTER.

INHALTS-VERZEICHNIS.

BERICHT

ÜBER DIE

INTERNATIONALE

ELEKTRISCHE AUSSTELLUNG

WIEN 1883

UNTER MITWIRKUNG HERVORRAGENDER FACHMÄNNER

HERAUSGEGEBEN VOM

NIEDERÖSTERREICHISCHEN GEWERBE-VEREINE

REDACTEUR

DIPL. ING. FRANZ KLEIN

MIT NAHEZU 400 ILLUSTRATIONEN.

I. LIEFERUNG.

WIEN.
VERLAG VON L. W. SEIDEL UND SOHN
1884.

Vorwort zur ersten Lieferung.

Nicht mit Unrecht hat man den bisher erschienenen Ausstellungs-Berichten den Vorwurf gemacht, sie wären im Momente des Erscheinens bereits antiquirt; denn thatsächlich mussten zwei, unter Umständen auch noch mehr Jahre verstreichen, bis halbwegs complet das ganze, auf einer grösseren Ausstellung vertretene Material auch Demjenigen zugänglich gemacht wurde, welcher die neuen Erscheinungen an Ort und Stelle zu studiren nicht Gelegenheit hatte.

Auf Grund der seitens der Ausstellungs-Commission eingeleiteten Action konnte von vornherein auf eine sehr reiche Beschickung der internationalen elektrischen Ausstellung des Jahres 1883 mit Sicherheit gerechnet werden, und, war daher die Erwartung begründet, dass diese Exposition, was Vollständigkeit anlangt, ihre Vorgängerinnen übertreffen werde. Sollte nun hieraus für die interessirten Kreise irgend welcher positive Nutzen erwachsen, so musste schon frühzeitig auf die Herausgabe eines Berichtes Bedacht genommen werden, welcher den Bedürfnissen des Gewerbes und der Industrie Rechnung tragend, die Aufgabe zu erfüllen hatte, gerade in diesen Kreisen das Verständnis für die Elektricität und ihre Bedeutung zu wecken.

Diesem Streben verdankt denn auch der in seinen ersten Bogen vorliegende Bericht seine Entstehung. Meinem Antrage gemäss fasste nämlich das im Schosse des Niederösterreichischen Gewerbevereines behufs Pflege der Elektrotechnik eingesetzte Comité bereits im März v. J. den Beschluss, dem Verwaltungsrathe die Herausgabe eines, die angedeuteden Tendenzen verfolgenden Berichtes zu empfehlen. Bald nachdem dieser dem gedachten Beschlusse seine Zustimmung ertheilt hatte, wurden die einleitenden Schritte unternommen; ich selbst wurde aber mit der Durchführung des ganzen Unternehmens betraut. Meine Absicht war vom Anfang an darauf gerichtet, wo möglich noch während der Ausstellung mit wenigstens einem Theile des Berichtes auf dem Büchermarkte zu erscheinen. Auch bei den inzwischen gewonnenen Mitarbeitern fand gerade diese Idee äusserst sympathische Aufnahme.

Mancherlei Umstände haben jedoch die Ausführung gerade dieses Vorhabens vereitelt. Abgesehen davon, dass noch in der ersten Octoberhälfte neue Installationen erfolgten, die doch auch Berücksichtigung erfahren sollten, lag die Unmöglichkeit hauptsächlich in der grossen Inanspruchnahme der einzelnen Mitarbeiter, von denen eine nicht geringe Anzahl, sei es als Aussteller, oder in der Eigenschaft eines Mitgliedes der wissenschaftlichen Commission, oder in sonst einer officiellen Mission fungirte. Trotzdem ist es aber, Dank ihrer aufopfernden Mühe und der grossen, seitens der Aussteller selbst diesem Unternehmen entgegebrachten Sympathien möglich geworden, kaum zwei Monate nach dem officiellen Schlusse der Ausstellung, bereits zur Herausgabe der ersten Lieferung zu schreiten, um — so hoffe ich — nach weiterem Ablauf eines nicht viel längeren Zeitraumes das ganze Werk zu finalisiren.

Heute schon drängt es mich aber Allen, welche dessen Zustandekommen — in welcher Form immer — förderten, insbesondere aber den Herren Mitarbeitern für ihre, mir in so collegialer Weise gewährte Unterstützung, namentlich aber für die Bereitwilligkeit, mit welcher sie meine, im Interesse der Gemeinverständlichkeit dieses Berichtes geäusserten Wünsche zu erfüllen nicht ermangelten, zunächst meinen persönlichen Dank zu sagen, mir vorbehaltend, der Einzelnverdienste dann zu gedenken, wenn alle Referate die Presse verlassen haben werden. Aber auch dem Herrn Verleger muss ich dafür bestens danken, dass er meinen Intentionen bezüglich einer würdigen Ausstattung dieses Werkes nach jeder Richtung zu entsprechen sich bemühte. — Sollten sich hie und da bei Besprechung der Ausstellungsobjecte selbst Lücken ergeben, so mögen diese damit entschuldigt werden, dass in wenigen Ausnahmsfällen das früher erwähnte, ausserordentlich freundliche Entgegenkommen seitens der Aussteller, für das zu danken ich mich nicht minder verpflichtet fühle, leider vermisst, und die bezüglich des Wesens der ausgestellten Objecte gerichteten Anfragen entweder gar nicht oder abschlägig beschieden wurden.

Und so übergebe ich denn diese erste Lieferung der Oeffentlichkeit mit dem Wunsche, dass sie Zeugnis ablegen möge, von unserem vereinten Streben, mitzuhelfen an der Schaffung eines im Interesse des Gewerbes und der Industrie inaugurirten Werkes, gemäss den Intentionen des Herausgebers:

Des Niederösterreichischen Gewerbevereines.

Wien, 10. Januar 1884.

F. Klein.

Vorläufiges Inhalts-Verzeichnis.

Mit Rücksicht auf die Reichhaltigkeit des Stoffes und die vielen Illustrationen dürfte das complete Werk ca. 40 Druckbogen umfassen. Die Herausgabe erfolgt in Lieferungen à 60 kr. (1 M. 20 Pf.). Der Preis des ganzen Werkes wird sich auf 4 fl. 50 kr. bis 5 fl. (9 bis 10 M.) stellen.

L. W. Seidel & Sohn.

Druck von L. W. Seidel & Sohn in Wien.

G F

29.7.84

BERICHT

ÜBER DIE

INTERNATIONALE

ELEKTRISCHE AUSSTELLUNG

WIEN 1883

UNTER MITWIRKUNG HERVORRAGENDER FACHMÄNNER

HERAUSGEGEBEN VOM

NIEDERÖSTERREICHISCHEN GEWERBE-VEREINE

REDACTEUR

DIPL. ING. FRANZ KLEIN

MIT NAHEZU 400 ILLUSTRATIONEN.

II. LIEFERUNG.

WIEN.
VERLAG VON L. W. SEIDEL UND SOHN
1884.

Die beifällige Aufnahme, welche die erste Lieferung des vom Nieder-österreichischen Gewerbe-Vereine herausgegebenen Berichtes über die Internationale elektrische Ausstellung in Wien 1883 bei den interessirten Kreisen sowohl, als auch von Seite des grossen Publicums gefunden, eine Aufnahme, welche am deutlichsten in der bedeutenden Auflage des Werkes zum Ausdrucke gelangte, legte es den Gefertigten nahe, dieses Werk auch dem inserirenden Publicum zur Benützung zugänglich zu machen.

Von der vorliegenden (2.) Lieferung ab werden sonach in den Lieferungsheften des „Berichtes über die Internationale elektrische Ausstellung in Wien 1883" auch Inserate zur Veröffentlichung gelangen.

Wie Fachzeitschriften und ähnliche Publicationen längst ein beliebtes Insertionsmittel geworden, so dürften sich auch die Lieferungshefte dieses Werkes ganz besonders zu Insertionen eignen, denn auch sie bieten dieselben Vortheile wie erstere und werden Inserate nicht nur bei dem speciellen Fachmanne, sondern bei jedem Gewerbetreibenden und Industriellen Beachtung finden.

Nach dem bisher eingelaufenen Material zu schliessen, dürfte das 2. Heft gegen Ende März d. J. erscheinen, die weiteren Lieferungen in Zwischenräumen von je drei Wochen folgen.

Der Insertionspreis ist auf 6 kr. für den Raum von 1 Millimeter Höhe in der Breite der dreimal gespaltenen Seite festgesetzt.

Indem wir sonach dieses gewiss treffliche und billige Insertionsmittel, dessen Inseratentheil unserer Firma übertragen ist, Ihrer freundlichen Beachtung empfehlen, bitten wir Ihre gefälligen Insertionsaufträge directe an uns gelangen zu lassen und zeichnen

hochachtungsvoll

WIEN, im März 1884.

G. L. DAUBE & Co.
IG. KNOLL
Central-Annoncen-Expedition.
Wien, I., Singerstrasse Nr. 11a.

Druck von L. W. Seidel & Sohn.

BERICHT

ÜBER DIE

INTERNATIONALE

ELEKTRISCHE AUSSTELLUNG

WIEN 1883

UNTER MITWIRKUNG HERVORRAGENDER FACHMÄNNER

HERAUSGEGEBEN VOM

NIEDERÖSTERREICHISCHEN GEWERBE-VEREINE

REDACTEUR

DIPL. ING. FRANZ KLEIN.

MIT NAHEZU 400 ILLUSTRATIONEN.

III. LIEFERUNG.

WIEN
VERLAG VON L. W. SEIDEL UND SOHN
1884.

Inhalts-Verzeichnis.

Mit Rücksicht auf die Reichhaltigkeit des Stoffes und die vielen Illustrationen dürfte das complete Werk circa 40 Druckbogen umfassen. Die Herausgabe erfolgt in Lieferungen à 60 kr. (1 M. 10 Pf.). Der Preis des ganzen Werkes wird sich auf 4 fl. 50 kr. bis 5 fl. (9 bis 10 M.) stellen.

L. W. Seidel & Sohn.

Druck von L. W. Seidel & Sohn.

9 F

29.7.84

BERICHT

ÜBER DIE

INTERNATIONALE

ELEKTRISCHE AUSSTELLUNG

WIEN 1883

UNTER MITWIRKUNG HERVORRAGENDER FACHMÄNNER

HERAUSGEGEBEN VOM

NIEDERÖSTERREICHISCHEN GEWERBE-VEREINE

REDACTEUR

DIPL. ING. FRANZ KLEIN.

MIT NAHEZU 400 ILLUSTRATIONEN.

IV. LIEFERUNG.

WIEN

VERLAG VON L. W. SEIDEL UND SOHN

1884.

Inhalts-Verzeichnis.

Mit Rücksicht auf die Reichhaltigkeit des Stoffes und die vielen Illustrationen dürfte das complete Werk circa 40 Druckbogen umfassen. Die Herausgabe erfolgt in Lieferungen à 60 kr. (1 M. 10 Pf.). Der Preis des ganzen Werkes wird sich auf 4 fl. 50 kr. bis 5 fl. (9 bis 10 M.) stellen.

L. W. Seidel & Sohn.

Elektr. Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse.

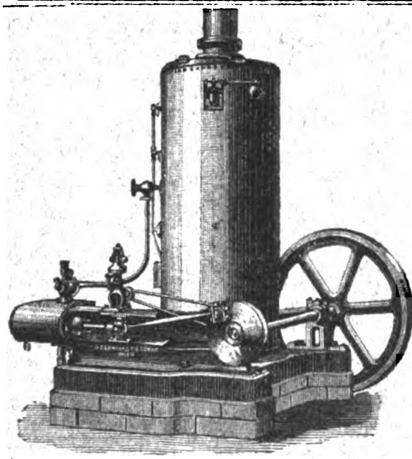
Commandit-Gesellschaft für angewandte Elektricität

Brückner, Ross & Consorten

Bureau und Fabrik:

Wien, III., Baumgasse Nr. 5.

Alleinige Concessionäre der **Société Gramme** und **Société electrique Edison.**



Für elektrische Beleuchtung etc. empfehlenswerth.

BERNHARDT's bestbewährtester

Hochdruck-Dampfmotor

überbietet alle bisherigen derartigen Betriebsmaschinen durch Verlässlichkeit im Betriebe bei **geringstem Kohlenverbrauch** und anerkannt bester Construction. Es ist kein geprüfter Heizer und keine besondere Wartung erforderlich. Die Dampfmaschine ist vom Kessel getrennt auf einem gusseisernen Fundament mit Schrauben befestigt, von der schädlichen Ausdehnung des Kessels nicht beeinflusst. Sämmtliche abnutzbaren Bestandtheile sind nachbestellbar.

Beste Referenzen stehen zu Diensten.

Näheres im Prospecte der

k. k. priv. Maschinenfabrik G. BERNHARDT's SÖHNE

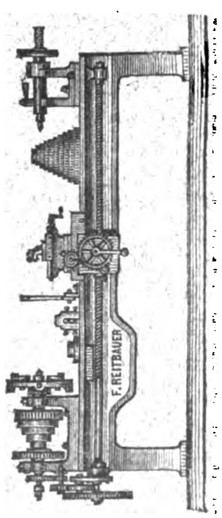
WIEN

Gaudenzdorf, Hauptstrasse Nr. 23.

Egalisirdrehbänke, Bohr- und Hobelmaschinen

neuester Construction in allen Dimensionen stets am Lager in der Maschinenfabrik von

Preisblätter gratis und franco.



F. REITBAUER,
Wien,
II., Nordbahnstrasse 5.

Elektrische Beleuchtung

mit Accumulatoren de Caló

liefert der General-Vertreter:

JOSEF FRIEDLAENDER, Ingenieur

Wien, III. Bezirk, Hintere Zollamtsstrasse Nr. 13.

Equipagen-Beleuchtung liefere unter Garantie zum Preise von 150 fl. Laternen separat.

J. Weiller's Patent-Silicium-Bronze-Draht

(Kiesel-Bronce)

vereinigt in sich die **Zähigkeit** des Eisens, die **Elasticität** des Stahles und die elektrische **Leitungsfähigkeit** des Kupfers, ist **unoxydirbar** und wird vom schwächsten Durchmesser an in allen Stärken hergestellt. — **Silicium-Bronze** ist eine Vervollkommnung der Phosphor-Bronze. — **Bronze-Legirungen** in Barren für **Lager** und Maschinen-Bestandtheile jeder Art.

Generalvertreter: **J. B. GRIEF**, Wien, Tuchlauben 11.

ROBERT MOESSEN

WIEN, WIEDEN, ALLEEGASSE NR. 38.

Specialität: DYNAMO-MASCHINEN

für Hand- und Motorenbetrieb (eigenes Patent), wie alle hiezu erforderlichen Nebenapparate. Referenzen stehen zu Diensten.

Annoncen-Regie **G. L. Daube & Co.**, Ig. Knoll, **Wien, I.,** Singerstrasse Nr. 11a.

Druck von Kreisel & Gröger vormals L. W. Seidel & Sohn.

1.4.85

BERICHT

ÜBER DIE

INTERNATIONALE

ELEKTRISCHE AUSSTELLUNG

WIEN 1883

UNTER MITWIRKUNG HERVORRAGENDER FACHMÄNNER

HERAUSGEGEBEN VOM

NIEDERÖSTERREICHISCHEN GEWERBE-VEREINE

REDACTEUR

DIPL. ING. FRANZ KLEIN.

MIT NAHEZU 400 ILLUSTRATIONEN.

VI. LIEFERUNG.

WIEN
VERLAG VON L. W. SEIDEL UND SOHN
1884.

Inhalts-Verzeichnis.

Mit Rücksicht auf die Reichhaltigkeit des Stoffes und die vielen Illustrationen dürfte das complete Werk circa 40 Druckbogen umfassen. Die Herausgabe erfolgt in Lieferungen à 60 kr. (1 M. 10 Pf.). Der Preis des ganzen Werkes wird sich auf 4 fl. 50 kr. bis 5 fl. (9 bis 10 M.) stellen.

L. W. Seidel & Sohn.

1.4.85

BERICHT

ÜBER DIE

INTERNATIONALE

ELEKTRISCHE AUSSTELLUNG

WIEN 1883

UNTER MITWIRKUNG HERVORRAGENDER FACHMÄNNER

HERAUSGEGEBEN VOM

NIEDERÖSTERREICHISCHEN GEWERBE-VEREINE

REDACTEUR

DIPL. ING. FRANZ KLEIN.

MIT NAHEZU 400 ILLUSTRATIONEN.

VII. LIEFERUNG.

WIEN
VERLAG VON L. W. SEIDEL UND SOHN
1885.

Inhalts-Verzeichnis.

Mit Rücksicht auf die Reichhaltigkeit des Stoffes und die vielen Illustrationen dürfte das complete Werk circa 40 Druckbogen umfassen. Die Herausgabe erfolgt in Lieferungen à 60 kr. (1 M. 10 Pf.). Der Preis des ganzen Werkes wird sich auf 4 fl. 50 kr. bis 5 fl. (9 bis 10 M.) stellen.

L. W. Seidel & Sohn.

26. 9. 85

BERICHT

ÜBER DIE

INTERNATIONALE

ELEKTRISCHE AUSSTELLUNG

WIEN 1883

UNTER MITWIRKUNG HERVORRAGENDER FACHMÄNNER

HERAUSGEGEBEN VOM

NIEDERÖSTERREICHISCHEN GEWERBE-VEREINE

REDACTEUR

DIPL. ING. FRANZ KLEIN.

MIT 345 ILLUSTRATIONEN IM TEXTE.

VIII. UND IX. (SCHLUSS-) LIEFERUNG.

WIEN

VERLAG VON L. W. SEIDEL & SOHN

1885.

Druck von Kreisel & Gröger vormals L. W. Seidel & Sohn.